



Universidad
Carlos III de Madrid

Departamento de Ingeniería Mecánica

PROYECTO FIN DE CARRERA

ANÁLISIS DEL FACTOR DE INTENSIDAD DE TENSIONES EN UN EJE CON UNA FISURA DE FRENTE RECTO

Titulación: Ingeniería Técnica Industrial Especialidad Mecánica

Autora: Mercedes Novella Pastor

Tutora: M^a Lourdes Rubio Ruiz de Aguirre

Cotutora: Patricia Rubio Herrero

Leganés, Junio de 2012

Título: Análisis del Factor de Intensidad de Tensiones en un eje con una fisura de frente recto.

Autor:

Director:

EL TRIBUNAL

Presidente: _____

Vocal: _____

Secretario: _____

Realizado el acto de defensa y lectura del Proyecto Fin de Carrera el día ____ de _____ de 20__ en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de

VOCAL

SECRETARIO

PRESIDENTE



Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que me han acompañado a través de este largo camino de aprendizaje.

A mis tutoras María Lourdes y Patricia por haberme dado la oportunidad de finalizar mi formación en el Departamento.

A mis padres, Saturnino y Mercedes que siempre confiaron en mí a la hora de llevar a cabo un propósito tan difícil como es el trabajar y estudiar estando independizada. Gracias a ellos aprendí el valor de la perseverancia, la lucha y el esfuerzo para conseguir lo que cada uno se propone.

A mi hermano Luis Alberto, que me ha acompañado en parte de este recorrido, sobre todo en la última etapa en la que nos pasábamos días y días estudiando y que para relajarnos nos echábamos partidas de Risk interminables. Gracias a él mis últimos años fueron más llevaderos.

A mis eternos Carmen y Javi, con los que compartí mis dos primeros años universitarios desde que nos conocimos en un banco junto a la cafetería de Aeronáutica, y que por motivos de la vida cada uno siguió una carrera universitaria diferente (Plan A o Plan B), pero que no fue motivo suficiente para no seguir unidos. Pasaran muchos años más juntos “reinventándonos”.

A Beatriz, que tanto me ha facilitado en mi carrera profesional ayudándome a compaginar trabajo y estudios, y que tanto me ha aguantado en mi vida personal, aceptando mis defectos y reconociendo mis virtudes, así como escuchando horas y horas los entresijos de una carrera desconocida para ella, lamentos de sextas convocatorias y demás preocupaciones referentes a estos años de estudios. Siempre ha estado en los peores momentos, teniendo las palabras adecuadas en las charlas de desánimo y desesperación.



A Gabbana por estar esperándome siempre que abro la puerta de casa, mirándome con sus ojos azules.

A esas tres estrellas que brillan en el cielo y que desde allí me han dado fuerza y coraje para seguir y conseguir mi propósito. Decirles que jamás les recuerdo porque nunca les olvido.

Dedicado a Dolce.



Resumen

Uno de los parámetros que estudia la Mecánica de Fractura Lineal Elástica (LEFM) es el Factor de Intensidad de Tensiones K (FIT) en el frente de fisura, y de cómo éste se puede aplicar como parámetro de fractura ya tiene una relación directa con la vida útil de elementos trabajando a fatiga.

En este proyecto, basándonos en los conocimientos adquiridos, se va a proceder a analizar numéricamente la evolución del FIT en un eje fisurado de frente recto dependiendo de uno de los parámetros característicos de las fisuras, la profundidad " a ", así como comparar de qué modo afecta el tipo de contacto que se define en las superficies de contacto cuando la fisura se encuentra cerrada. Debido a la tipología del problema, el Factor de Intensidad de Tensiones que se va a analizar es K_I (Factor de Intensidad de Tensiones de modo I, fractura a tracción).

El desarrollo del proyecto se realiza con el código comercial de Método de Elementos Finitos, utilizando el programa ABAQUS, que nos permite calcular el FIT de una manera rápida y observar una correlación con los resultados que se esperan obtener.

Palabras claves: Eje fisurado, Factor de Intensidad de Tensiones, Métodos Numéricos.



Abstract

One of the parameters that studies the linear elastic fracture Mechanics (LEFM) is the stress intensity factor K (FIT) in the crack front, and how it can be applied as parameters of fracture and has a direct relationship with the lifetime of working elements fatigue.

In this project, basing on the knowledge acquired, it will proceed to analyze numerically the evolution of the FIT in a cleft of straight front axle depending on one of the characteristic parameters of the fissures, the depth " a ", so as to compare way affects the type of contact as defined in the contact surfaces when the crack is closed. Due to the typology of the problem, the stress intensity factor to be analyzed is K_I (Stress Intensity Factor of mode I, tensile fracture).

The project development is performed with the commercial code Finite Element Method, using the ABAQUS program, which allows us to calculate the FIT of a fast and observe a correlation with the results to be obtained.

Keywords: Shaft cracked, Stress Intensity Factor, Numerical Methods.



Índice general

Capítulo 1 Introducción, antecedentes y objetivos	1
1.1 Antecedentes históricos	1
1.2 Estudio de ejes fisurados	4
1.2.1 Conceptos básicos de MFEL	5
1.2.2 Caracterización del crecimiento de fisura	6
1.3 Objetivos	8
1.4 Organización del documento	9
Capítulo 2 Análisis numérico	11
2.1 Método de Elementos Finitos	11
2.2 Introducción a ABAQUS	12
2.3 Modelo de eje fisurado	14
2.3.1 Geometría del modelo	14
2.3.2 Propiedades del material	16
2.3.3 Apoyos	16
2.3.4 Cargas que actúan	16
2.3.5 Parámetros de fisura	17
2.3.6 Contactos	20
2.3.6.1 Definición de los contactos en el ámbito de ABAQUS	20



2.3.6.2 Contacto tipo “Frictionless”	21
2.3.6.3 Contacto tipo “Penalty”	21
2.3.6.4 Contacto tipo “Rough”	22
Capítulo 3 Análisis y resultados	23
3.1 Fisuras para $\alpha < 0.5$	27
3.1.1 Cálculos para la situación de fisura abierta	27
3.1.1.1 Cálculos para la longitud característica de fisura $\alpha = 0.1$	27
3.1.1.2 Cálculos para la longitud característica de fisura $\alpha = 0.25$	29
3.1.1.3 Cálculos para la longitud característica de fisura $\alpha = 0.5$	31
3.1.2 Cálculos para la situación de fisura cerrada	33
3.1.2.1 Mod1.Cálculos para la longitud característica de fisura $\alpha = 0.1$	33
Modelo de contacto “Frictionless”	33
Modelo de contacto “Penalty”	34
Modelo de contacto “Rough”	35
Extensión del modelo para $\alpha = 0.25$	36
Extensión del modelo para $\alpha = 0.5$	39
3.1.2.2 Mod2.Cálculos para la longitud característica de fisura $\alpha = 0.25$	42
Modelo de contacto “Frictionless”	42
Modelo de contacto “Penalty”	43
Modelo de contacto “Rough”	43
Extensión del modelo para $\alpha = 0.1$	45
Extensión del modelo para $\alpha = 0.5$	48
3.1.2.3 Mod3.Cálculos para la longitud característica de fisura $\alpha = 0.5$	50
Modelo de contacto “Frictionless”	51



Modelo de contacto “Penalty”	51
Modelo de contacto “Rough”	52
Extensión del modelo para $\alpha = 0.1$	53
Extensión del modelo para $\alpha = 0.25$	56
3.2 Fisuras para $\alpha > 0.5$	59
3.2.1 Cálculos para la situación de fisura abierta	59
3.2.1.1 Cálculos para la longitud característica de fisura $\alpha = 0.65$	60
3.2.1.2 Cálculos para la longitud característica de fisura $\alpha = 0.75$	61
3.2.2 Cálculos para la situación de fisura cerrada	62
3.2.2.1 Cálculos para la longitud característica de fisura $\alpha = 0.65$	62
3.2.2.2 Cálculos para la longitud característica de fisura $\alpha = 0.75$	63
Capítulo 4 Conclusiones y trabajos futuros	65
4.1 Conclusiones	65
4.2 Trabajos futuros	69
Capítulo 5 Presupuesto	71
Referencias	75
Anexos	79
Mod1	79
Mod2	99
Mod3	119
Glosario	147
.	



Índice de figuras

Fig. 1 Modos de fractura.....	5
Fig. 2 Geometría del eje.....	14
Fig. 3 Geometría del eje en ABAQUS.....	15
Fig. 4 Mod1 $\alpha = 0.1$	15
Fig. 5 Mod2 $\alpha = 0.25$	15
Fig. 6 Mod3 $\alpha = 0.5$	15
Fig. 7 Representación de los apoyos.....	16
Fig. 8 Punto de aplicación, dirección y sentido de la carga.....	17
Fig. 9 Posiciones relativas en el frente de fisura.....	18
Fig. 10 Representación del frente de fisura.....	19
Fig. 11 Representación del contacto.....	19
Fig. 12 Representación de la unión.....	19
Fig. 13 Elección del coeficiente de fricción para el contacto tipo “Penalty”	22
Fig. 14 Posiciones de giro del eje fisurado.....	23
Fig. 15 Sección del eje con fisura abierta.....	24
Fig. 16 Eje deformado con fisura abierta.....	24
Fig. 17 Detalle de fisura abierta.....	24
Fig. 18 Sección del eje con fisura cerrada.....	25



Fig. 19 Eje deformado con fisura cerrada.....	25
Fig. 20 Detalle de fisura cerrada.....	25
Fig. 21 Mallado para $\alpha = 0.1$	28
Fig. 22 Representación gráfica del FIT en fisura abierta y $\alpha = 0.1$	29
Fig. 23 Mallado para $\alpha = 0.25$	29
Fig. 24 Representación gráfica del FIT en fisura abierta y $\alpha = 0.25$	30
Fig. 25 Mallado para $\alpha = 0.5$	31
Fig. 26 Representación gráfica del FIT en fisura abierta y $\alpha = 0.5$	32
Fig. 27 Representación gráfica del FIT en fisura abierta para todas las longitudes características.....	32
Fig. 28 Representación gráfica del FIT en fisura cerrada en el modelo Mod1 para todos los modelos de contacto y longitud característica $\alpha = 0.1$	35
Fig. 29 Mallado del Mod1 con modificación para la geometría y mallado de la longitud característica $\alpha = 0.25$	36
Fig. 30 Representación gráfica del FIT en fisura cerrada en el modelo Mod1 para todos los modelos de contacto y longitud característica $\alpha = 0.25$	37
Fig. 31 Mallado del Mod1 con modificación para la geometría y mallado de la longitud característica $\alpha = 0.5$	39
Fig. 32 Representación gráfica del FIT en fisura cerrada en el modelo Mod1 para todos los modelos de contacto y longitud característica $\alpha = 0.5$	41
Fig. 33 Representación gráfica del FIT en fisura cerrada en el modelo Mod2 para todos los modelos de contacto y longitud característica $\alpha = 0.25$	44
Fig. 34 Mallado del Mod2 con modificación para la geometría y mallado de la longitud característica $\alpha = 0.1$	45
Fig. 35 Representación gráfica del FIT en fisura cerrada en el modelo Mod2 para todos los modelos de contacto y longitud característica $\alpha = 0.1$	47
Fig. 36 Mallado del Mod2 con modificación para la geometría y mallado de la longitud característica $\alpha = 0.5$	48



Fig. 37 Representación gráfica del FIT en fisura cerrada en el modelo Mod2 para todos los modelos de contacto y longitud característica $\alpha = 0.5$	50
Fig. 38 Representación grafica del FIT en fisura cerrada en el modelo Mod3 para todos los modelos de contacto y longitud característica $\alpha = 0.5$	52
Fig. 39 Mallado del Mod3 con modificación para la geometría y mallado de la longitud característica $\alpha = 0.1$	53
Fig. 40 Representación grafica del FIT en fisura cerrada en el modelo Mod3 para todos los modelos de contacto y longitud característica $\alpha = 0.1$	55
Fig. 41 Mallado del Mod3 con modificación para la geometría y mallado de la longitud característica $\alpha = 0.25$	56
Fig. 42 Representación gráfica del FIT en fisura cerrada en el modelo Mod3 para todos los modelos de contacto y longitud característica $\alpha = 0.25$	58
Fig. 43 Mallado del Mod3 con modificación para la geometría y mallado de la longitud característica $\alpha = 0.65$	60
Fig. 44 Mallado del Mod3 con modificación para la geometría y mallado de la longitud característica $\alpha = 0.75$	61
Fig. 45 Representación gráfica del FIT en fisura abierta en el modelo Mod3 para la longitud característica $\alpha = 0.5$, $\alpha = 0.65$ y $\alpha = 0.75$	62
Fig. 46 Representación gráfica del FIT en fisura cerrada en el modelo Mod3 para la longitud característica $\alpha = 0.5$, $\alpha = 0.65$ y $\alpha = 0.75$	64
Fig. 47 Representación grafica del FIT en fisura cerrada de todos los modelos geométricos y todos los modelos de contacto para todas las longitudes características.....	66
Fig. 48 Representación grafica del FIT en fisura abierta y cerrada utilizando el modelo Mod3 y modelo de contacto “Frictionless” para todas las longitudes características.....	68



Índice de tablas

Tabla 1. Valores del FIT en fisura abierta para $\alpha = 0.1$	28
Tabla 2. Valores del FIT en fisura abierta para $\alpha = 0.25$	30
Tabla 3. Valores del FIT en fisura abierta para $\alpha = 0.5$	31
Tabla 4. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod1 con el tipo de contacto “Frictionless” para $\alpha = 0.1$	34
Tabla 5. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod1 con el tipo de contacto “Penalty” para $\alpha = 0.1$	34
Tabla 6. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod1 con el tipo de contacto “Rough” para $\alpha = 0.1$	35
Tabla 7. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod1 con el tipo de contacto “Frictionless” para $\alpha = 0.25$	37
Tabla 8. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod1 con el tipo de contacto “Penalty” para $\alpha = 0.25$	37
Tabla 9. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod1 con el tipo de contacto “Rough” para $\alpha = 0.25$	38
Tabla 10. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod1 con el tipo de contacto “Frictionless” para $\alpha = 0.5$	40
Tabla 11. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod1 con el tipo de contacto “Penalty” para $\alpha = 0.5$	40
Tabla 12. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod1 con el tipo de contacto “Rough” para $\alpha = 0.5$	41



Tabla 13. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod2 con el tipo de contacto “Frictionless” para $\alpha = 0.25$	42
Tabla 14. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod2 con el tipo de contacto “Penalty” para $\alpha = 0.25$	43
Tabla 15. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod2 con el tipo de contacto “Rough” para $\alpha = 0.25$	43
Tabla 16. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod2 con el tipo de contacto “Frictionless” para $\alpha = 0.1$	45
Tabla 17. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod2 con el tipo de contacto “Penalty” para $\alpha = 0.1$	46
Tabla 18. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod2 con el tipo de contacto “Rough” para $\alpha = 0.1$	46
Tabla 19. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod2 con el tipo de contacto “Frictionless” para $\alpha = 0.5$	48
Tabla 20. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod2 con el tipo de contacto “Penalty” para $\alpha = 0.5$	49
Tabla 21. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod2 con el tipo de contacto “Rough” para $\alpha = 0.5$	49
Tabla 22. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod3 con el tipo de contacto “Frictionless” para $\alpha = 0.5$	51
Tabla 23. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod3 con el tipo de contacto “Penalty” para $\alpha = 0.5$	51
Tabla 24. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod3 con el tipo de contacto “Rough” para $\alpha = 0.5$	52
Tabla 25. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod3 con el tipo de contacto “Frictionless” para $\alpha = 0.1$	54
Tabla 26. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod3 con el tipo de contacto “Penalty” para $\alpha = 0.1$	54
Tabla 27. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod3 con el tipo de contacto “Rough” para $\alpha = 0.1$	55



Tabla 28. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod3 con el tipo de contacto “Frictionless” para $\alpha = 0.25$	57
Tabla 29. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod3 con el tipo de contacto “Penalty” para $\alpha = 0.25$	57
Tabla 30. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod3 con el tipo de contacto “Rough” para $\alpha = 0.25$	58
Tabla 31. Valores del FIT en fisura abierta para $\alpha = 0.65$	60
Tabla 32. Valores del FIT en fisura abierta para $\alpha = 0.75$	61
Tabla 33. Valores del FIT en fisura cerrada para $\alpha = 0.65$	63
Tabla 34. Valores del FIT en fisura cerrada para $\alpha = 0.75$	63
Tabla 35. Tabla de horas empleadas en el Proyecto.....	71-72



Capítulo 1

Introducción, antecedentes y objetivos.

1.1 Antecedentes históricos.

El fenómeno de fatiga fue descubierto a principios del siglo XIX con el avance de la maquinaria y de los vehículos de transporte. Los primeros estudios relacionados con la fatiga se atribuyen W. Albert [1], un ingeniero alemán, que en 1829 realizó ensayos sometiendo a cargas y descargas sucesivas a eslabones de cadenas de elevadores. No fue hasta 1839 cuando se empieza a utilizar el término fatiga para denominar fallo de materiales debido a cargas repetidas, y fue introducido por Poncelet.

El interés en el estudio del fenómeno de fatiga comienza a crecer debido al aumento de uso de estructuras férreas, particularmente puentes de ferrocarril. El primer estudio de fatiga en metales se inicia en 1842 debido a un accidente de ferrocarril ocurrido en Francia. En 1843 W.J.M. Rankine [2], ingeniero británico, reconoció las características distintivas de la fractura por fatiga así como el peligro de la concentración de tensiones en los componentes mecánicos.

Comienza a establecerse la llamada teoría de cristalización, que atribuye la rotura por fatiga a que se produce una cristalización de los metales debido a las



vibraciones de los elementos en servicio. Esta teoría fue impulsada por la *British Institution of Mechanical Engineers*.

Los primeros estudios sistemáticos los realiza August Wöhler [3], un ingeniero alemán que realiza entre 1852 y 1870 numerosos ensayos de flexión rotativa sobre ejes de ferrocarril. Fue este ingeniero el que observa que la resistencia de los ejes de acero sometidos a cargas cíclicas eran apreciablemente menores que su resistencia estática. Su trabajo permitió la caracterización del comportamiento a fatiga en base a las curvas de amplitud de tensiones frente a número de ciclos de carga hasta la rotura, es decir, las conocidas curvas S-N. También estableció el concepto de límite de fatiga al comprobar que las aleaciones de hierro parecían tener un límite de tensión por debajo del cual no se producía la rotura por muy grande que fuera el número de ciclos.

En 1874, el ingeniero alemán H. Gerber [4] comenzó a desarrollar métodos para el diseño a fatiga, cuya mayor contribución fue el desarrollo de métodos para el cálculo de la vida a fatiga para diferentes niveles medios de tensión cíclica. Problemas similares fueron abordados por Goodman [5] y Soderberg [6-7].

Hacia el 1886 Bauschinger populariza la idea de que el límite elástico de los metales con cargas cíclicas podría ser diferente a la observada por Wöhler años atrás.

A principios del siglo XX Ewing y Humfrey hacen estudios microscópicos observando la formación de líneas y bandas de deslizamiento que desembocaban en la formación de microgrietas en el material, descartando así la teoría de la cristalización del material.

En la primera mitad del siglo XX se obtienen gran cantidad de datos experimentales relacionando la resistencia a fatiga con factores como la geometría, tamaño de piezas, condiciones ambientales, acabado superficial, etc. Las investigaciones permiten el desarrollo de los modelos de daño acumulado para predecir el fallo por fatiga, Palmer en 1923 [8] y Miner en 1945 [9].

La idea de que las deformaciones plásticas son las responsables del daño en el material fue establecida por Coffin y Manson [10-14], quienes en la década de los 60 propusieron una relación empírica entre el número de inversiones de carga hasta rotura y la amplitud de la deformación plástica. Esta relación es el método de caracterización de fatiga basado en las deformaciones más utilizado.

El análisis de tensiones de Inglis en 1913 [15] y el concepto energético de Griffith en 1921 [16] aporta el tratamiento cuantitativo de la fractura frágil, aunque estas ideas no pudieron ser aplicadas para caracterizar el fallo por fatiga en materiales metálicos.

Un avance en esta dirección vino con los estudios de Irwin en 1957 [17], quien mostró que la amplitud de la singularidad en tensiones de una grieta podría ser



expresada en términos de una cantidad conocida como factor de intensidad de tensiones K . Con el desarrollo de la Mecánica de la Fractura Elástica Lineal se intentó caracterizar el crecimiento de las grietas de fatiga también en términos del factor de intensidad de tensiones. Paris [18] y Erdogan [19] fueron los primeros en sugerir que el incremento de longitud de grieta por ciclo da/dN podría relacionarse con el rango del factor de intensidad de tensiones ΔK , bajo cargas de amplitud constante. La mayor aportación de la Mecánica de la Fractura Elástica Lineal es que el factor de intensidad de tensiones, determinado por las tensiones aplicadas y las dimensiones geométricas del componente agrietado, basta para caracterizar la propagación de la grieta.

A partir de este momento toma gran interés el comprender el proceso por el que el factor de intensidad de tensiones podría verse alterado por el avance de la grieta.

La mayor contribución a este interés lo tuvo Elbert en 1970 [20,21] que mostraba que la grieta puede permanecer cerrada incluso cuando está sometida a tensiones cíclicas de tracción, debido a la plastificación producida en el borde de la grieta. Este resultado también implica que la velocidad de crecimiento de la grieta debería venir determinada no por el valor nominal del rango del factor de intensidad de tensiones sino por un valor efectivo que tuviese en cuenta el cierre.

En las últimas décadas con el desarrollo de máquinas más complejas, comienza la realización de ensayos con cargas complejas, es decir, amplitud variable. Durante el crecimiento de una grieta con cargas de amplitud variable se produce lo que se denomina efecto de secuencia o de interacción debido a la irregularidad de la carga. Dicho efecto fue puesto de manifiesto en la década de los 60. Diversos trabajos experimentales [22,23] demostraron que la aplicación de una sobrecarga origina una velocidad de crecimiento en los ciclos posteriores a ella mucho menor que la producida si no existe sobrecarga. Numerosos modelos analíticos que tienen en cuenta dicho efecto se encuentran en la bibliografía actualmente, destacando los propuestos por Wheeler [24] y Willemborg [25].



1.2 Estudio de ejes fisurados.

La mayoría de los sistemas mecánicos están sometidos durante su funcionamiento a cargas variables en el tiempo. La aplicación continuada de estas cargas puede llevar a la aparición de pequeñas grietas o fisuras en el material, generalmente en la superficie, que progresan a través de él, reduciendo la capacidad resistente del componente, pudiendo desembocar en su fractura. Este fenómeno se conoce como fallo por fatiga y es el responsable de la mayoría de los fallos en los componentes mecánicos.

De los numerosos componentes mecánicos más utilizados, se pueden destacar los ejes, que son elementos cilíndricos que pueden llevar montados distintos elementos mecánicos, generalmente de transmisión de potencia, como por ejemplo engranajes, poleas, volantes.... Dichos ejes es inevitable que contengan inicialmente fisuras, o que con la puesta en servicio aparezcan éstas, debido a que los ejes están sometidos a esfuerzos de flexión, tracción, compresión y torsión, producidos por cargas estáticas o dinámicas (caso de los ejes giratorios), con el agravante de estar expuestos a fatiga, y dónde la fisura pasa de estar completamente abierta a estar completamente cerrada. Este fenómeno se conoce con el nombre de “Breathing” [26] y hace que el comportamiento del eje se convierta en no lineal.

El fenómeno de fatiga es conocido desde el siglo pasado y por su gran importancia se le ha dedicado mucho esfuerzo a su investigación, cuya finalidad es tanto conocer los mecanismos que rigen el fenómeno como el desarrollo de métodos de análisis para resolver el problema de diseño de los componentes.

Es de vital importancia para hacer un correcto diseño de ejes el conocer o al menos predecir el tiempo de vida del eje con fisuras, que están soportando los esfuerzos que se producen por la aplicación de cargas. Un mal diseño o una mala predicción de la vida del eje puede originar una ruptura del elemento, ocasionando daños en el resto de elementos que forman un sistema mecánico, pudiendo resultar muy costosa la operación de reparar y subsanar la catástrofe, o simplemente ser operativamente imposible el acceder a reparar el eje y otro componente afectado; de ahí la gran importancia de hacer un buen estudio sobre el diseño de un eje.

La mayor dificultad que se presenta es la predicción de la duración del proceso de crecimiento de la grieta originada por fatiga, ya que son numerosos los parámetros que influyen en el proceso, pero la Mecánica de Fractura Lineal Elástica (MFEL) relaciona la velocidad de propagación de la grieta da/dN con el rango del factor de intensidad de tensiones ΔK .

1.2.1 Conceptos básicos de MFEL

El primer paso en la aplicación de la teoría de la mecánica de fractura para la caracterización del crecimiento de fisuras es el estudio del campo tensional y de las deformaciones alrededor del extremo de la fisura.

Los principios del MFEL se usan para relacionar la magnitud de las tensiones y su distribución cerca de la fisura con las tensiones remotas aplicadas al componente fisurado, el tamaño y la forma de la fisura y las propiedades del material. Las hipótesis usadas en Elasticidad son también inherentes en la MFEL: pequeños desplazamientos y linealidad entre tensiones y deformaciones. Pero la hipótesis principal que introduce intrínsecamente una restricción al tipo de fisura es la homogeneidad del material, y para ello se asume que el tamaño de la fisura debe ser varios órdenes de magnitud superior a la dimensión microestructural característica, cuando no es así, se aplican las teorías de la Mecánica de la Fractura Elasto-Plástica (MFEP).

En el estudio del sólido con comportamiento elástico y lineal, se distinguen tres modos básicos de apertura en la fisura, que dependen de la dirección de aplicación de la carga con respecto al plano de ésta, denominándose modo I (apertura), modo II (cizallamiento) y modo III (rasgado) (*Fig. 1*).

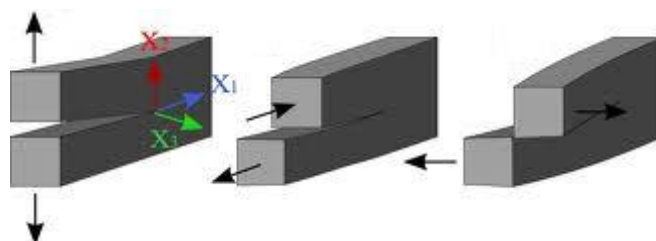


Fig.1 Modos de fractura

El modo de fractura que más se produce es el modo I, particularmente en el fenómeno de fatiga. Los modos cortantes, que son el modo II y el modo III, son relativamente menos habituales. No obstante, algunas veces se presentan varios modos conjuntamente, generalmente el modo I y el modo III.

Para cualquiera de estos modos, el análisis elástico muestra que las tensiones locales en el entorno de la fisura responden a la expresión:



$$\sigma_y = \frac{K_I}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot r}} f_y(\theta) + \dots \quad (1.1)$$

Siendo r y θ las coordenadas cilíndricas en un punto con respecto al borde de la fisura y K_I el factor de intensidad de tensiones en modo I.

El factor de intensidad de tensiones K_I define la magnitud de las tensiones locales en el entorno del fondo de la fisura. Depende del tipo de cargas, el tamaño y forma de la fisura y de las condiciones de contorno geométrico que de forma general se suele expresar como:

$$K_I = f(g) \cdot \sigma \cdot \sqrt{\pi \cdot a} \quad (1.2)$$

Donde σ es la tensión remota aplicada al componente (que no debe confundirse con las tensiones locales σ_{ij} definidas en la ecuación (1.1), a es la profundidad de la fisura y $f(g)$ es un factor de corrección que depende de la geometría del componente y de la fisura.

El factor de intensidad de tensiones ha sido obtenido para una amplia variedad de problemas y su valor está recogido en manuales, que los clasifican según la geometría del componente, de la fisura y de la geometría del contorno a la fisura.

1.2.2 Caracterización del crecimiento de fisura

Como se ha expresado anteriormente, la velocidad de crecimiento de fisuras sometidas a cargas cíclicas de amplitud constante se expresa en incrementos de longitud de fisura por ciclo, da/dN . Los valores de da/dN para diferentes condiciones de carga, se determinan experimentalmente a partir de los cambios de longitud de fisura tras un cierto número de ciclos.

Uno de los objetivos del diseño a fatiga es el desarrollo de métodos fiables de caracterización de la velocidad de crecimiento de fisura, en base a un apropiado parámetro de carga capaz de cuantificar la resistencia intrínseca del material al crecimiento del defecto para diferentes condiciones de tensión aplicada y geometría de probeta y fisura. A partir de la década de los 60, Paris [27] sugirió que para variaciones cíclicas del campo de tensiones aplicado, la caracterización de la velocidad de



crecimiento de fisura podría basarse en el rango del factor de intensidades de tensiones calculado en base a la MFEL.

$$\Delta K = K_{max} - K_{min} \quad (1.3)$$

Donde K_{max} y K_{min} son los valores máximo y mínimo del factor de intensidad de tensiones durante un ciclo de tensión, que dependerá de la geometría del elemento y la longitud de la fisura. En el caso más simple de una fisura central:

$$K_{max} = f(g) \cdot \sigma_{max} \cdot \sqrt{\pi \cdot a} \quad K_{min} = f(g) \cdot \sigma_{min} \cdot \sqrt{\pi \cdot a} \quad (1.4)$$

$$\Delta K = f(g) \cdot \Delta \sigma \cdot \sqrt{\pi \cdot a} \quad \Delta \sigma = \sigma_{max} - \sigma_{min}$$

Donde σ_{max} y σ_{min} son los valores máximo y mínimo del ciclo de tensión. Paris mostró que la velocidad de crecimiento podría relacionarse con ΔK a través de la siguiente ley:

$$\frac{da}{dN} = C(\Delta K)^m \quad (1.5)$$

Donde C y m son constantes, cuyo valor está influido por muchas variables, como la microestructura del material, la frecuencia de carga, condiciones ambientales, etc.

La relación 1.5 se conoce como Ley de Paris, y representa una variación lineal entre el $\log da/dN$ y $\log \Delta K$, que se corresponde con el crecimiento estable de la fisura solamente en una parte de la curva de resistencia al crecimiento de grieta del material, que corresponde al rango intermedio de valores de ΔK . Para los valores extremos de ΔK , la velocidad de propagación de la fisura aumenta rápidamente con el valor de ΔK .



1.3 Objetivos.

En el presente Proyecto se va a proceder a estudiar el Factor de Intensidad de Tensiones (FIT) a lo largo del frente de fisura de un eje giratorio (previamente fisurado) que trabaja a flexión.

Con el fin de simplificar el problema se va a proceder a calcular el FIT en modo estático, reproduciendo situaciones diferentes colocando las cargas a propósito para simular instantes aislados del giro del eje. La simplificación del eje giratorio va a realizarse sometiendo al eje a un esfuerzo de flexión producido por una carga puntual estática.

El estudio se va a hacer para fisuras de frente recto con distintas profundidades de fisura.

Para realizar el estudio completo del FIT a lo largo del frente de fisura, se van a seguir los siguientes objetivos parciales:

- Desarrollar distintos modelos numéricos mediante el programa de elementos finitos ABAQUS que reproduzcan las condiciones del modelo de estudio para la condición tanto de fisura abierta como de fisura cerrada.
Estos modelos se diferenciarán en el punto de aplicación de la carga dependiendo de si es fisura abierta o fisura cerrada y en las distintas profundidades de fisura.
- Definir para cada uno de estos modelos numéricos distintos tipos de contacto, para poder compararlos entre sí y ver como varía el FIT en función del contacto que se configure.
- Analizar y comparar en cada modelo los valores obtenidos del FIT para el caso de fisura abierta y de fisura cerrada, al igual que comparar la evolución en cada modelo del FIT para cada una de las profundidades de fisura.



1.4 Organización del Proyecto.

El presente Proyecto consta de 5 capítulos cuyos contenidos se distribuyen de la siguiente manera:

En el Capítulo 1, en el que nos encontramos, comienza con una revisión historia de los estudios y la evolución sobre la materia, seguida de una breve introducción sobre el conocimiento básico existente sobre la fatiga y el estudio de los ejes fisurados, y por último se presentan los objetivos del proyecto.

En el Capítulo 2 se hace una breve introducción al Método de los Elementos Finitos y se explica brevemente el programa que se va a utilizar: ABAQUS. Seguidamente se explica cómo se han realizado los modelos numéricos que se van a utilizar para la realización del análisis del FIT.

En el Capítulo 3 se exponen todos los resultados obtenidos. Este capítulo se estructura en dos partes: la primera parte se analiza el FIT cuando la profundidad de fisura no sobrepasa el centro del eje ($\alpha < 0.5$) tanto para fisura abierta como para fisura cerrada. En la segunda parte se analiza el FIT cuando la profundidad de fisura sobrepasa el centro del eje ($\alpha > 0.5$), también tanto para fisura abierta como para fisura cerrada.

En el Capítulo 4 se explican las conclusiones a las que se han llegado tras analizar y comparar los resultados que se han expuesto en el capítulo anterior, dando respuesta a la finalidad de este Proyecto. En esta sección también se exponen nuevas ideas para realizar el estudio de trabajos futuros, basándonos en las dificultades y en los resultados que se han obtenido.

En el Capítulo 5 se procede a realizar el presupuesto del Proyecto.

Tras los capítulos, se muestran las referencias a las que se han consultado durante la realización del Proyecto; y por último se exponen los anexos con todos los datos obtenidos mediante el programa ABAQUS y un glosario con todos los términos empleados a lo largo del proyecto, y más en concreto en el primer capítulo donde hay una mayor base teórica.



Capítulo 2

Análisis numérico

2.1 Método de elementos finitos

El Método de Elementos Finitos, a partir de ahora MEF es una de las herramientas más eficaz y usada para la resolución numérica de la mayoría de los problemas que se plantean ahora en la Ingeniería. Es un método que se aplica a la mayoría de los problemas planteados, ya sean en el ámbito mecánico, eléctrico, electrónico, termodinámico...

Este método consiste en hacer una aproximación para obtener la solución de problemas, basado en transformar un cuerpo de naturaleza continua en un modelo discreto aproximado, a este proceso se le denomina discretización del modelo.

El continuo se divide en un número finito de partes denominadas elementos. Las propiedades del material, al igual que las ecuaciones constitutivas son consideradas sobre dichos elementos.

La relación entre los elementos, junto con las consideraciones de condiciones de contorno, cargas y restricciones, da lugar a un sistema de ecuaciones cuya solución va a permitir obtener resultados mediante los cuales se va a conocer el comportamiento aproximado del continuo.

El MEF se divide principalmente en tres etapas [28]:

- Preproceso: consiste en la preparación del modelo para el cálculo. Se suele dibujar la geometría del modelo, se seleccionan las propiedades del



material, se procede a la aplicación de las cargas y condiciones de contorno o a la introducción de cualquier parámetro necesario para la resolución del problema. Por último se hace la discretización del modelo en elementos finitos.

- Resolución: consiste en la realización de los cálculos y se generan las soluciones. Se suele decidir la configuración de los parámetros del cálculo, número de iteraciones, tipo de cálculos a realizar...
- Postproceso: consiste en realizar la representación gráfica de los resultados o de hacer el informe de los datos numéricos obtenidos.

En el presente estudio el programa de método de elementos finitos que vamos a utilizar es el ABAQUS versión 6.7

2.2 Introducción a ABAQUS

ABAQUS es uno de los programas de Método de Elementos Finitos que más se utiliza para resolver grandes y complicados problemas de ingeniería. Resulta ser un programa muy versátil, pudiéndose aplicar para la resolución de problemas de resistencia de materiales, mecánica de la fractura, procesos de conformado de materiales, transferencia de calor...

ABAQUS está estructurado en tres grandes bloques, en correspondencia con las tres etapas en que se divide un problema para ser analizado por el Método de Elementos Finitos (preproceso, resolución y postproceso).

ABAQUS se encuentra dividido en cuatro módulos [29]:

- ABAQUS/Standard: para la resolución de problemas de propósito general. Incluye todas las posibilidades de análisis excepto el análisis dinámico.
- ABAQUS/Explicit: para la resolución de problemas de tipo dinámico.
- ABAQUS/CAE: módulo interactivo para la creación de modelos de elementos finitos.
- ABAQUS/Viewer: módulo de visualización de soluciones. Muestra los resultados obtenidos una vez resuelto el problema.

Para resolver un problema mediante ABAQUS 6.7 se deben introducir los datos de entrada que necesita el programa. Esta etapa se corresponde con la etapa de preproceso del Método de Elementos Finitos.



Los datos de entrada se introducen en el programa a través de un archivo de texto (*input file*) que contiene toda la información necesaria para realizar la simulación. Este archivo de texto, también denominado “archivo de entrada”, se puede crear de forma interactiva utilizando ABAQUS/CAE, que genera internamente el archivo de texto, o mediante un editor de texto, donde el archivo es escrito directamente por el usuario.

Los datos que se introducen en el archivo de entrada son de dos tipos, *model data* y *history data*.

Los *model data* que se utilizan para definir el modelo de elementos finitos son:

- Geometría: La geometría es lo primero que se introduce y debe representar lo más fielmente posible el cuerpo real que se va a estudiar.
- Material: Se deben definir las propiedades de los distintos materiales de los que puede estar formado el modelo.
- Partes y ensamblaje: La geometría del modelo se puede definir organizándola en partes, por lo tanto, hay que introducir en el archivo de entrada la relación existente entre esas partes, además de la posición relativa de unas respecto de las otras.
- Condiciones iniciales: Se deben especificar las condiciones iniciales del modelo (tensiones, temperaturas, velocidades, etc.).
- Condiciones de contorno: El modelo puede estar sometido a ciertas imposiciones por parte de su entorno que deben ser especificadas en el archivo de entrada. Se deben imponer restricciones de movimiento, valores de desplazamientos o condiciones de simetría.
- Interacciones: En ocasiones el modelo que se desea estudiar puede estar formado por varios cuerpos que en un momento dado sufren una interacción o un contacto. El programa permite también realizar modelos ante este tipo de situaciones.
- Definiciones de amplitud. Ciertos estados de carga y condiciones de contorno pueden estar definidas en función del tiempo, por lo tanto se deben introducir los parámetros de las curvas que definen esos estados de carga y condiciones de contorno.
- Propiedades del entorno. Se pueden definir las características del entorno, como puede ser la humedad, temperatura, presión, etc.
- Continuación de análisis. Consiste en introducir resultados de análisis previos para continuar buscando resultados con el nuevo modelo.

Después de introducir el archivo de entrada en el programa, se procede a la resolución del modelo. Esta fase es interna y en ella ABAQUS no interacciona con el usuario. Una vez que ABAQUS ha resuelto el modelo, los resultados de la simulación

se ven a través del módulo de visualización, el cual, lee el archivo de datos de salida (*output file*), y es capaz de crear animaciones de la simulación, gráficos, tablas de resultados, etc. La visualización de los resultados se corresponde con la etapa de postproceso del Método de Elementos Finitos.

2.3 Modelo de eje fisurado.

El primer paso que debemos realizar es la descripción del modelo. Para ello se va a definir la geometría del eje, se van a establecer las propiedades del material y por último se van a definir la carga, los apoyos y los parámetros de fisura.

2.3.1 Geometría del modelo.

Para modelizar el eje en el programa ABAQUS, se han considerado dos partes, idénticas y simétricas respecto al origen de coordenadas, es decir, se divide el eje en dos partes, de esta manera, en la zona de ensamblaje, se va a poder definir la fisura, que es definir el frente de fisura, la zona de unión y la zona de contacto. (*Fig. 2*) y (*Fig. 3*).

El modelo utilizado es un eje de diámetro $D = 20$ mm y longitud $L = 900$ mm.

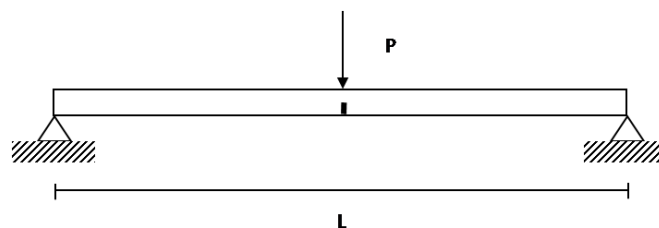


Fig. 2 Geometría del eje

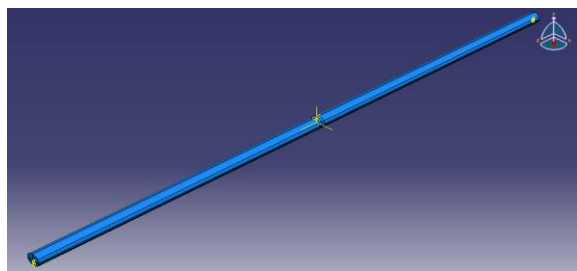


Fig. 3 Geometría del eje en ABAQUS

Como posteriormente se explicará, se va a analizar el FIT para distintas longitudes características diferentes de fisura, y por ello, se van a realizar tres modelos diferentes de eje, que van a estar preparados para poder definir la geometría de fisura fácilmente.

Los modelos que se realizan, los nombramos como Mod1 para el análisis de la longitud característica de fisura $\alpha = 0.1$ (Fig.4), Mod2 para $\alpha = 0.25$ (Fig. 5) y Mod3 para $\alpha = 0.5$ (Fig. 6), y su diferencia radica en las particiones que se hacen sobre la sección para poder hacer una definición rápida de la geometría de la fisura. Aunque aparentemente Mod1 y Mod2 son iguales, tienen unos puntos denominados “Datum” necesarios para el mallado que son diferentes.

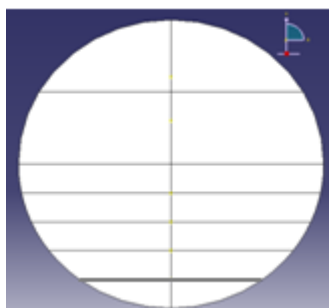


Fig. 4 Mod1 $\alpha = 0.1$

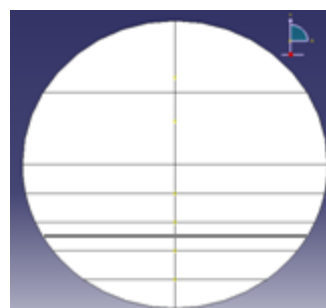


Fig. 5 Mod2 $\alpha = 0.25$

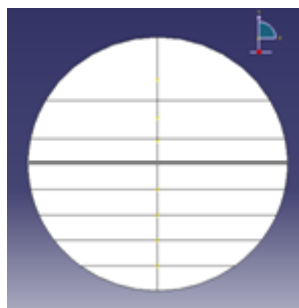


Fig. 6 Mod3 $\alpha = 0.5$

2.3.2 Propiedades del material.

Para la realización de los cálculos mediante el programa ABAQUS, hay que definir las propiedades mecánicas del material, Módulo de Young E y coeficiente de Poisson ν .

El material que se utiliza es aluminio, y los valores de las propiedades son: $E = 72 \text{ GPa}$ y $\nu = 0.3$.

2.3.3 Apoyos.

El eje va a estar apoyado en ambos extremos, es decir, va a ser un eje biapoyado, de manera que se restringen los desplazamientos vertical y horizontal de los apoyos, aunque estos pueden permitir giros (*Fig. 7*).

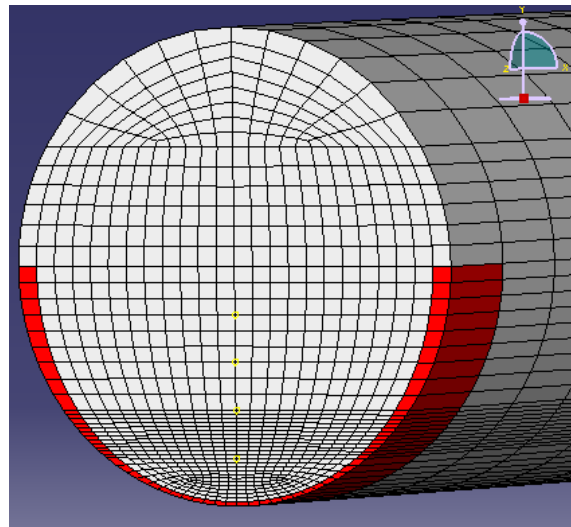


Fig. 7 Representación de los apoyos

2.3.4 Cargas que actúan.

Como se ha indicado en el apartado de Objetivos, el eje se encuentra trabajando a fatiga, en este estudio se simplifica el problema como un eje con una carga puntual, de manera que el eje sufre una flexión. La manera de simular las diferentes posiciones de giro del eje es aplicando la carga positiva cuando queremos simular que la fisura está cerrada (la esa zona de fisura trabaja a compresión, y las caras están en contacto) y

negativa cuando queremos simular que la fisura está abierta (la zona de fisura trabaja a tracción, y las caras están separadas).

La carga aplicada es de 27.36 N (carga puntual que simula el peso del eje) y su punto de aplicación es la parte superior del eje, perpendicular al plano XZ, es decir, en la misma sección de la fisura (*Fig. 8*).

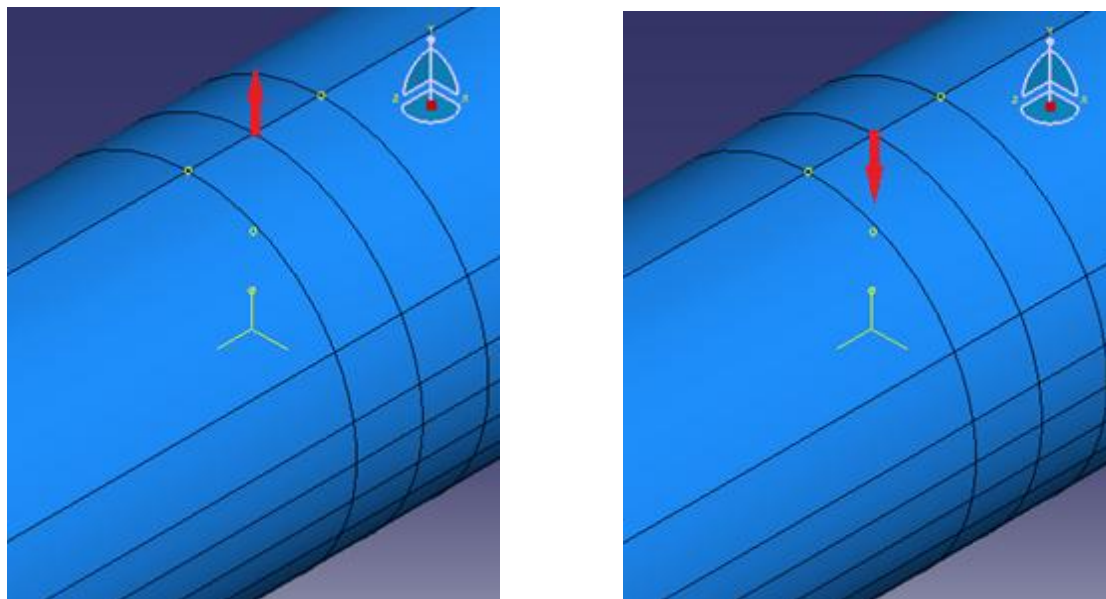


Fig. 8 Punto de aplicación, dirección y sentido de la carga

2.3.5 Parámetros de fisura.

Aunque experimentalmente se ha demostrado que el frente de fisura tiene forma prácticamente elíptica, en numerosos estudios se establece, para la simplificación del problema, que el frente de fisura es recto, hipótesis que podemos considerar perfectamente válida.

Se consideran las variables características de fisura:

$$\alpha = \frac{a}{D} \quad \text{Siendo } \Rightarrow \alpha \text{ la longitud característica de la fisura}$$

a la profundidad de fisura

D el diámetro del eje

$$\gamma = \frac{\omega}{h} \quad \text{Siendo } \Rightarrow \gamma \text{ la posición relativa de los puntos en el frente de fisura}$$

ω la posición de los puntos en el frente de fisura tomadas desde el diámetro

h la distancia del centro del eje al extremo de fisura

Una vez explicados los dos parámetros definitorios del frente de fisura, vamos a proceder a definir para qué valores numéricos vamos a realizar los cálculos:

Para las longitudes características de fisura: $\alpha = 0.1, \alpha = 0.25, \alpha = 0.5, \alpha = 0.65$ y $\alpha = 0.75$

Para las posiciones relativas de frente de fisura: $\gamma = -1, \gamma = -0.83, \gamma = -0.67, \gamma = -0.5, \gamma = -0.33, \gamma = -0.17, \gamma = 0, \gamma = 0.17, \gamma = 0.33, \gamma = 0.5, \gamma = 0.67, \gamma = 0.83$ y $\gamma = 1$ es decir, en total trece posiciones relativas. (Fig. 9)

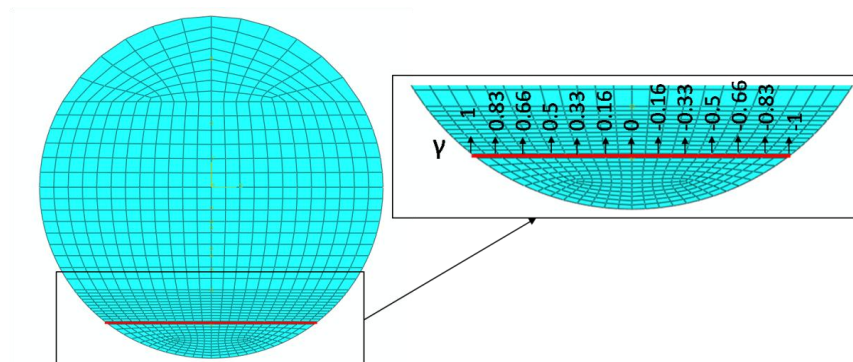


Fig. 9 Posiciones relativas en el frente de fisura

La sección fisurada presenta tres zonas diferenciadas:

- El frente de fisura que es la línea que simula el extremo, separando la zona de unión y la zona de contacto, y se ubica en la altura de fisura.
- La zona de unión, es la zona que siempre está unida (eje macizo).
- La zona de contacto, es la zona en la cual las dos partes están separadas, pero dependiendo de la carga, aparecerán separadas (caso de fisura abierta) o en contacto (caso de fisura cerrada) pero nunca penetrando una cara en otra.

Estas tres zonas variaran para cada cálculo de altura de fisura, pero a modo representativo se representan así (*Fig. 10, Fig. 11, Fig. 12*).

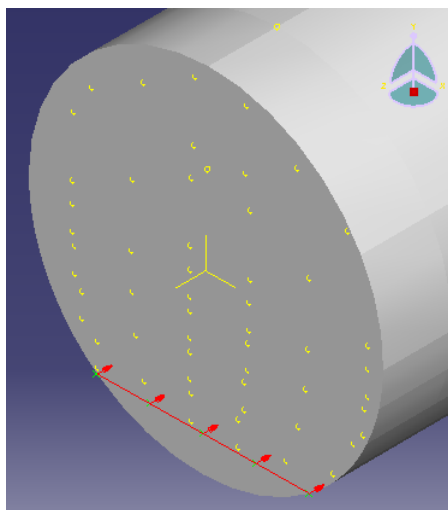


Fig. 10 Representación del frente de fisura

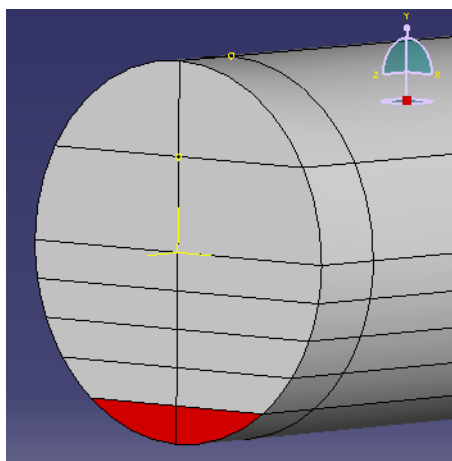


Fig. 11 Representación del contacto

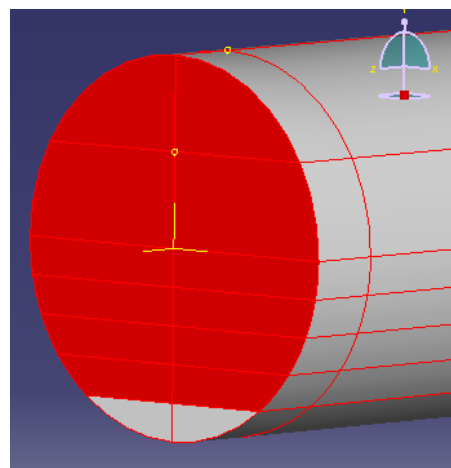


Fig. 12 Representación de la unión



2.3.6 Contactos.

2.3.6.1 Definición de los contactos en el ámbito de ABAQUS

Cuando las superficies están en contacto, por lo general transmiten fuerzas de corte y las transmiten a través de su entorno, este fenómeno es conocido como fricción. La fricción entre los cuerpos en contacto en general se expresa en términos de las tensiones en las superficies de los cuerpos. Los modelos de fricción utilizados en el programa ABAQUS se basan en el modelo isótropo clásico de fricción de Coulomb [30]

El modelo de fricción de Coulomb asume que no hay movimiento relativo si la tensión de fricción equivalente $\tau_{eq} = \sqrt{\tau_1^2 + \tau_2^2}$ es menor que τ_{crit} que es proporcional a la presión de contacto p de la forma $\tau_{crit} = \mu \cdot p$ siendo μ el coeficiente de fricción (que se puede definir como una función de la presión de contacto y de la tasa de deslizamiento γ_{eq} , la temperatura media de la superficie en el punto de contacto, y las variables de campo promedio en el punto de contacto). Si la tensión equivalente se iguala a la tensión crítica, el deslizamiento se produce.

Una parte muy importante en la creación del modelo es la de definir los contactos que se van a presentar en el problema. La finalidad de esta acción es la de imponer en el modelo que las partes que no están adheridas, es decir, las caras en las que se encuentra la fisura, permanezcan en contacto pero sin llegar a penetrar o intersectar una en la otra bajo la acción de la fuerza que se aplica al eje. Si no se definiesen los contactos en el programa ABAQUS, estas partes que quedan separadas, interactuarían entre ellas de manera que parte del material de una parte del eje se introduciría en la otra parte del eje.

En ABAQUS se pueden definir distintas opciones de propiedades mecánicas de contacto para especificar el comportamiento tangencial (la fricción y el deslizamiento elástico), el comportamiento normal (duro, blanco o de amortiguamiento de contacto y separación) y la amortiguación debido a la fricción, lo que va a permitir poder analizar como se ve afectada la variación de FIT dependiendo del tipo de fricción que se pueda dar en la práctica de un eje trabajando a fatiga.

Así pues, de todos los posibles contactos que se pueden definir en el programa, se especifican tres modelos distintos de fricción que definen la fuerza de resistencia del movimiento relativo tangencial de las superficies [31]:

- *Frictionless*, en el que se asume que las superficies en contacto deslizan libremente una sobre otra sin fricción.
- *Penalty*, en el que se asume cierto movimiento relativo entre las superficies.



- *Rough*, en este modelo lo que definimos es un coeficiente de fricción infinito, es decir, las superficies no van a sufrir ningún deslizamiento entre ellas.

2.3.6.2 Contacto tipo “Frictionless”.

Este modelo se basa en suponer que hay un deslizamiento libre en las superficies de contacto.

Para ello el programa ABAQUS determina que el coeficiente de fricción es nulo, es decir $\mu = 0$.

Debido a la simplicidad de entendimiento del modelo, en el manual de usuarios de Abaqus, no hay ninguna referencia o explicación del modelo.

2.3.6.3 Contacto tipo “Penalty”.

Este modelo en ABAQUS es conocido también por “el modelo de rigidez para la imposición de restricciones de fricción” [32].

Penalty es un tipo de contacto en el que se utiliza una cierta rigidez. Este método permite un cierto movimiento relativo de las superficies (un deslizamiento elástico), pero algo más restrictivo que el modelo de fricción “Penalty”, es decir, las superficies no deslizan tan libremente como en el caso anterior, o les cuesta más trabajo deslizarse la una sobre la otra.

Para ello, el programa ofrece la posibilidad de poder introducir el valor del deslizamiento elástico, introduciendo el coeficiente de fricción. Como el modelo es aluminio, se debe introducir el coeficiente de fricción aluminio-aluminio, que es 0.12, y así se hace en el cuadro de diálogo que nos ofrece el programa (*Fig. 13*).

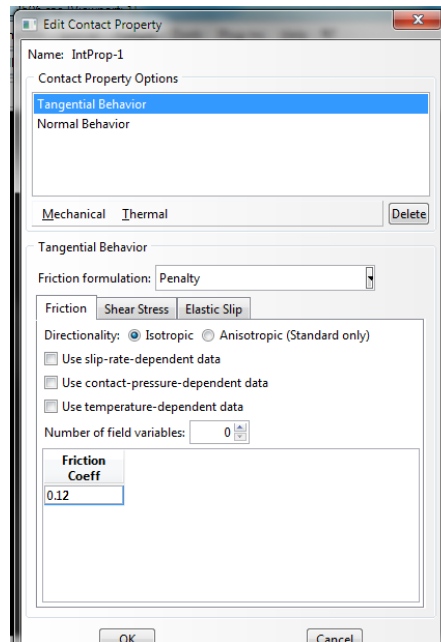


Fig. 13 Elección del coeficiente de fricción para el contacto tipo “Penalty”

2.3.6.4 Contacto tipo “Rough”.

Este modelo se basa en impedir el deslizamiento, independientemente de la presión de contacto [33].

Para ello el programa asume un coeficiente de fricción infinito ($\mu = \infty$). Este tipo de interacción se denomina superficie “áspera” de fricción, y con él todo el movimiento de deslizamiento relativo entre dos superficies en contacto es nulo.

La fricción áspera está diseñada para ponerse en contacto ininterrumpidamente las superficies; una vez que las superficies están en contacto éste permanece cerrado.

Este modelo sufre un inconveniente en el momento en que aparecen tensiones excesivamente grandes, ya que el contacto se abriría (que se entendería como una rotura).

Capítulo 3

Análisis y resultados

Como se ha indicado anteriormente, se van a estudiar dos instantes concretos de la posición de la fisura durante un ciclo, por un lado, se analiza la posición en la que el eje se encuentra que no ha girado, es decir, ha girado $\theta = 0^\circ$, y por otro lado, cuando el eje ha girado la mitad de un ciclo, es decir, ha girado $\theta = 180^\circ$ (*Fig. 14*).

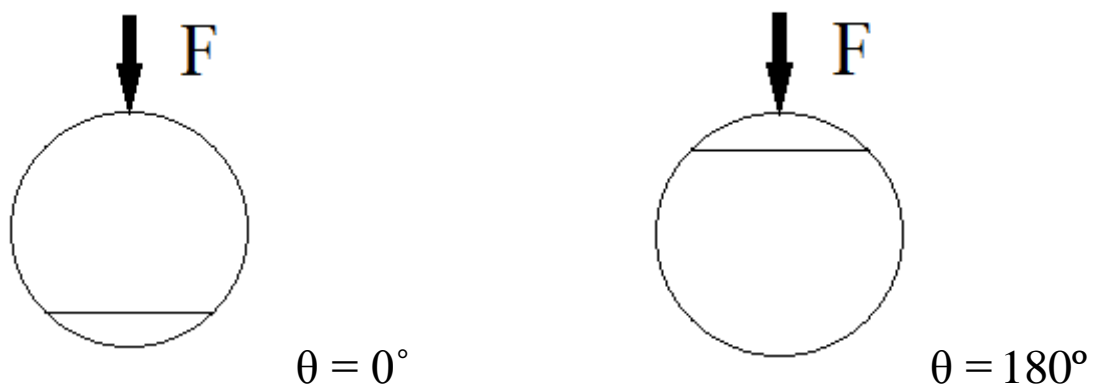


Fig. 14 Posiciones de giro del eje fisurado

Cuando el eje no ha girado, la fisura se encuentra a 180° del punto de aplicación de la carga, y que por lo tanto la fisura se encuentra abierta (*Fig. 15*).

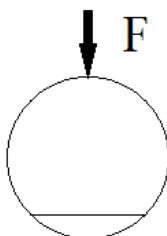


Fig. 15 Sección del eje con fisura abierta

Cuando esto ocurre, el eje se deforma de la siguiente manera (*Fig. 16*):



Fig. 16 Eje deformado con fisura abierta

Y si se amplia la imagen anterior, el detalle de la fisura se puede observar como la fisura está abierta (*Fig. 17*).

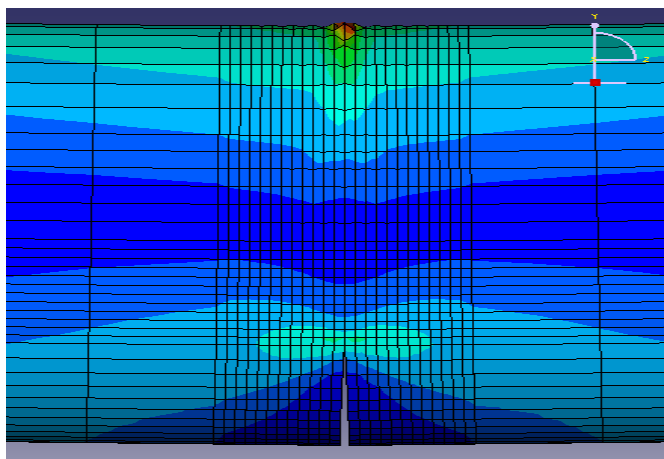


Fig. 17 Detalle de fisura abierta

Mientras que cuando el eje ha girado 180° , la fisura se encuentra justo en el punto de aplicación de la carga, y la fisura está cerrada (*Fig. 18*).

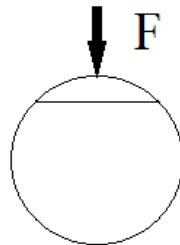


Fig.18 Sección del eje con fisura cerrada

En este caso el eje se deforma de la siguiente manera (*Fig. 19*):

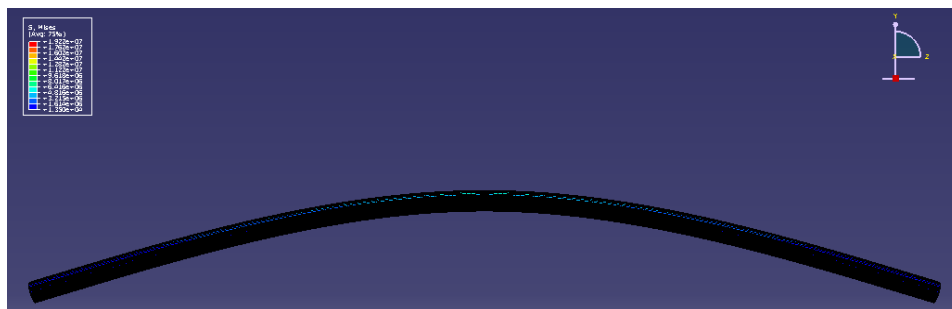


Fig. 19 Eje deformado con fisura cerrada

Y si se amplía el eje, se observa que la fisura se encuentra cerrada (*Fig. 20*).

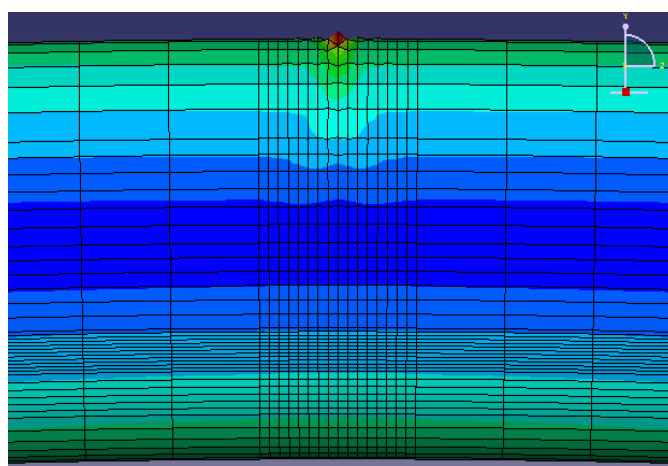


Fig.20 Detalle de fisura cerrada



Para ambas situaciones, fisura abierta y fisura cerrada, se calcula el FIT para distintas longitudes características de fisura y para cada una de ellas se van a seguir las mismas acciones:

- Calcular a qué profundidad de fisura a corresponde la longitud característica de fisura α . Este cálculo se va a realizar solamente en apartado 3.1.1 (apartado que se dedica al estudio de la fisura cuando ésta se encuentra totalmente abierta) ya que para el resto de apartados el cálculo es el mismo.
- Conocido este dato se adapta el modelo de tal manera que la profundidad de fisura se encuentre a la profundidad calculada, y a partir de realizar los procesos necesarios para definir la fisura (frente de fisura, contactos y zona de unión), se realizan también las acciones necesarias para realizar un mallado que nos pueda dar una resolución lo bastante precisa en la zona del frente de fisura y lo suficientemente económica a nivel de coste computacional del resto del eje.
- Una vez con el modelo totalmente definido, en geometría y mallado, se procede al análisis del modelo, que darán como resultados distintos parámetros, de los cuales solo vamos a analizar el FIT (K_I).
- El programa ABAQUS muestra los resultados de cada una de las partes del eje (recordemos que al definir la geometría del eje, se tomaron dos partes idénticas y simétricas respecto al origen de coordenadas, apartado 2.3.1), por lo que el resultado final del FIT se obtiene teniendo en cuenta los datos obtenidos de cada una de las partes del eje, es decir, hay que sumar los resultados de una parte y de la otra del eje para obtener el resultado total de FIT ($K_I = K_{Icrack1} + K_{Icrack2}$).
- Debido a la configuración del cálculo que se establece, el programa nos reporta 125 datos para cada parte del eje, en los cuales tendremos que hacer una selección de los 13 que corresponden con la posición relativa de los puntos en el frente de fisura. La razón por la que se reportan 125 datos es porque se establecen 5 contornos de cálculo de la integral J y del FIT para cada posición relativa.
- Una vez que se tiene el FIT de cada una de las posiciones relativas, se representan los valores en una gráfica.

Todo lo expuesto anteriormente, se va a analizar sobre tres modelos diferentes, cada uno de ellos realizados exclusivamente para una longitud característica concreta. Los tres modelos que vamos a utilizar se han nombrado como Mod1 que es para la longitud característica de $\alpha = 0.1$, Mod2 que es para la longitud característica de $\alpha = 0.25$ y Mod3 para la longitud característica de $\alpha = 0.5$.

Posteriormente se van a hacer las modificaciones pertinentes sobre cada modelo para adaptarlos a las otras longitudes características y poder comparar los resultados. El



hecho de realizar los mismos cálculos con tres modelos (que aunque son iguales se han obtenido de distinta forma) sirve para verificar si los cálculos que se hacen son correctos, ya que con los tres modelos se deben obtener los mismos resultados.

El *Capítulo 3 Análisis y resultados* se estructura en dos grandes apartados:

- *Fisuras para $\alpha < 0.5$* : en el que se va a analizar el FIT para las longitudes características de 0.1, 0.25 y 0.5.
- *Fisuras para $\alpha > 0.5$* : en el que se va a analizar el FIT para las longitudes características de 0.65 y 0.75.

3.1 Fisuras para $\alpha < 0.5$

3.1.1 Cálculos para la situación de fisura abierta

Se dice que la fisura se encuentra totalmente abierta cuando las caras de la fisura no se encuentran en contacto ni interaccionan entre ellas.

Esta situación se presenta en el instante inicial del ciclo, es decir, cuando la carga se encuentra en $\theta = 0^\circ$ y la fisura se encuentra en $\theta = 180^\circ$ (*Fig.15*).

Como la fisura se encuentra abierta y por tanto las dos caras de contacto no se tocan, no se van a realizar cálculos para los distintos modelos de contacto, ya que no aparecen fuerzas de fricción las superficies.

Se va a realizar los cálculos de FIT para tres longitudes características de fisura diferentes: 0.1, 0.25 y 0.5, para así poder comparar como varía éste parámetro según la profundidad a la que se encuentre la fisura.

3.1.1.1 Cálculos para la longitud característica de fisura $\alpha = 0.1$

Como se ha indicado anteriormente se define longitud característica de fisura α como: $\alpha = \frac{a}{D}$, siendo a la profundidad de fisura y D el diámetro del eje.

Si $\alpha = \frac{a}{D} \Rightarrow a = \alpha \cdot D$ y por tanto, la profundidad a la que se encuentra la fisura se calcula: $a = 0.1 \cdot 20 \Rightarrow a = 2 \text{ mm}$, es decir, para la longitud característica de

fisura $\alpha = 0.1$ en el modelo se va a tener que establecer una fisura de 2 mm de profundidad.

El mallado para la profundidad de 2 mm queda de la siguiente manera (Fig. 21):

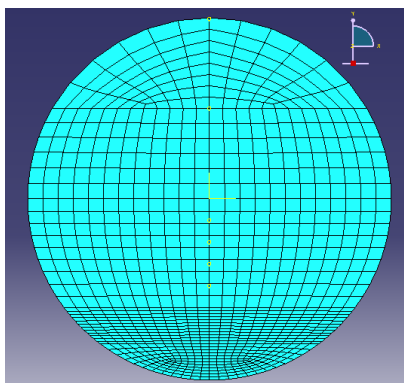


Fig. 21 Mallado para $\alpha = 0.1$

Una vez que el programa realiza los cálculos necesarios, se obtienen todos los valores y se hace la selección de los trece valores que corresponden a las posiciones relativas en el frente de fisura, los datos que se necesitan para cada una de las partes del eje son los siguientes (como se indicó con anterioridad, el FIT se obtiene sumando K_I de cada una de las partes del eje, $K_I = K_{Icrack1} + K_{Icrack2}$):

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	-2,3276E-01	-1,8525E-01	-4,1801E-01
-0,83	1,9917E-01	1,9917E-01	3,9834E-01
-0,66	2,3998E-01	2,3998E-01	4,7997E-01
-0,5	2,6276E-01	2,6276E-01	5,2553E-01
-0,33	2,7626E-01	2,7626E-01	5,5251E-01
-0,16	2,8360E-01	2,8360E-01	5,6721E-01
0	2,8616E-01	2,8616E-01	5,7231E-01
0,16	2,8364E-01	2,8364E-01	5,6728E-01
0,33	2,7623E-01	2,7623E-01	5,5245E-01
0,5	2,6271E-01	2,6271E-01	5,2542E-01
0,66	2,3996E-01	2,3996E-01	4,7993E-01
0,83	1,9924E-01	1,9924E-01	3,9849E-01
1	-1,3582E-01	-4,8639E-02	-1,8446E-01

Tabla 1. Valores del FIT en fisura abierta para $\alpha = 0.1$

La representación de K_I con los valores obtenidos es la siguiente (Fig. 22):

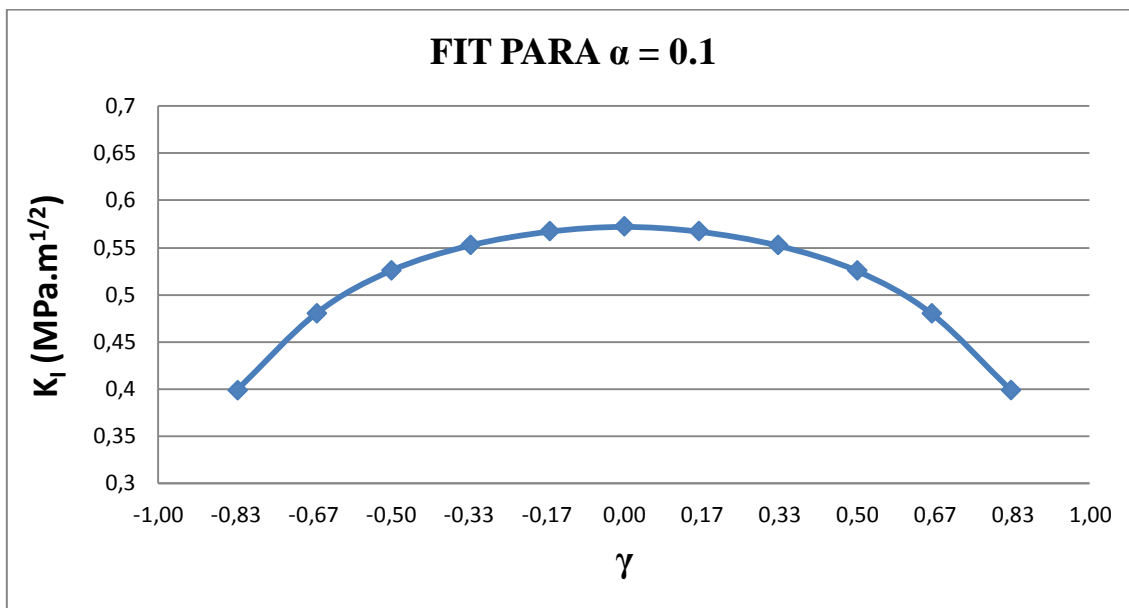


Fig. 22 Representación gráfica del FIT en fisura abierta y $\alpha = 0.1$

3.1.1.2 Cálculos para la longitud característica de fisura $\alpha = 0.25$

Si $\alpha = \frac{a}{D} \Rightarrow a = \alpha \cdot D$ y por tanto, la profundidad a la que se encuentra la fisura se calcula: $a = 0.25 \cdot 20 \Rightarrow a = 5$ mm, es decir, para la longitud característica de fisura $\alpha = 0.25$ en el modelo se va a tener que establecer una fisura de 5 mm de profundidad.

El mallado para la profundidad de 5 mm queda de la siguiente manera (Fig. 23):

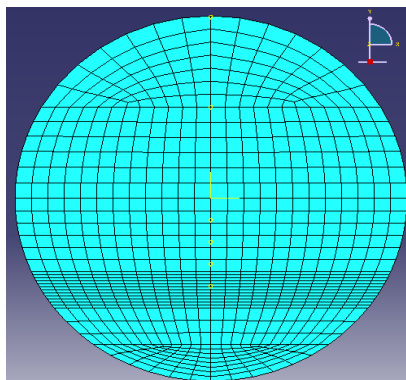


Fig. 23 Mallado para $\alpha = 0.25$



Los valores reportados y ya seleccionados de las trece posiciones relativas son:

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	2,46473E-02	2,45621E-02	4,92094E-02
-0,83	3,33850E-01	3,33811E-01	6,67661E-01
-0,66	3,77591E-01	3,77562E-01	7,55153E-01
-0,5	4,02126E-01	4,02113E-01	8,04239E-01
-0,33	4,16855E-01	4,16844E-01	8,33699E-01
-0,16	4,24661E-01	4,24652E-01	8,49313E-01
0	4,27343E-01	4,27337E-01	8,54680E-01
0,16	4,24702E-01	4,24693E-01	8,49395E-01
0,33	4,16809E-01	4,16798E-01	8,33607E-01
0,5	4,02001E-01	4,01988E-01	8,03989E-01
0,66	3,77780E-01	3,77751E-01	7,55531E-01
0,83	3,33984E-01	3,33945E-01	6,67929E-01
1	2,46512E-02	4,81844E-02	7,28356E-02

Tabla 2. Valores del FIT en fisura abierta para $\alpha = 0.25$

La representación grafica de K_I de los valores obtenidos es (Fig. 24):

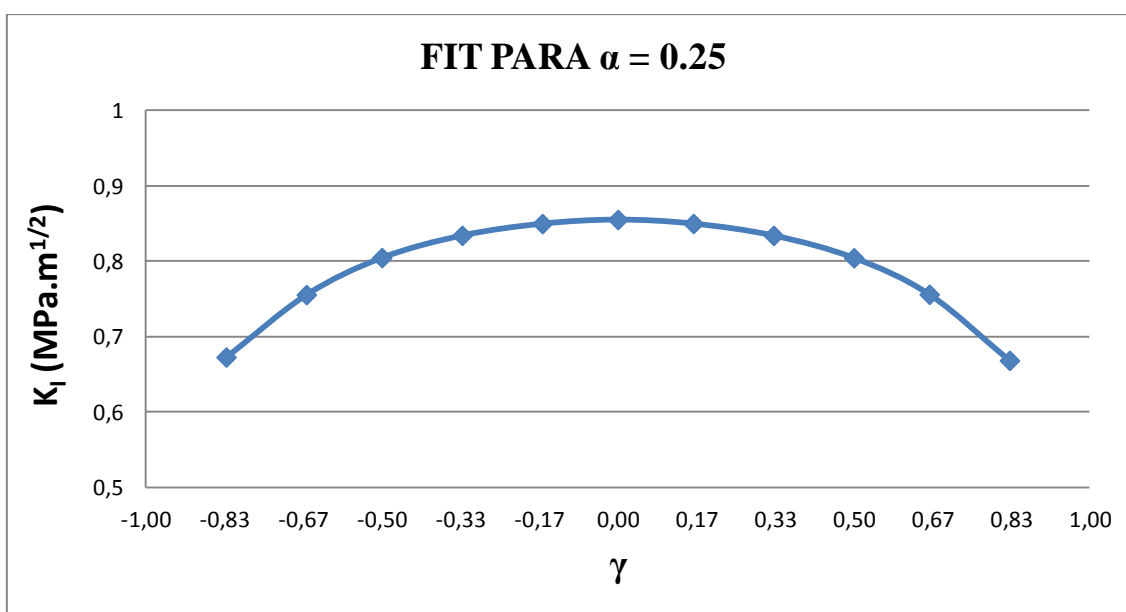


Fig. 24 Representación gráfica del FIT en fisura abierta y $\alpha = 0.25$

3.1.1.3 Cálculos para la longitud característica de fisura $\alpha = 0.5$

Si $\alpha = \frac{a}{D} \Rightarrow a = \alpha \cdot D$ y por tanto, la profundidad a la que se encuentra la fisura se calcula: $a = 0.5 \cdot 20 \Rightarrow a = 10$ mm, es decir, para la longitud característica de fisura $\alpha = 0.5$ en el modelo se va a tener que establecer una fisura de 10 mm de profundidad.

El mallado para la profundidad de 10 mm queda de la siguiente manera (Fig. 25)

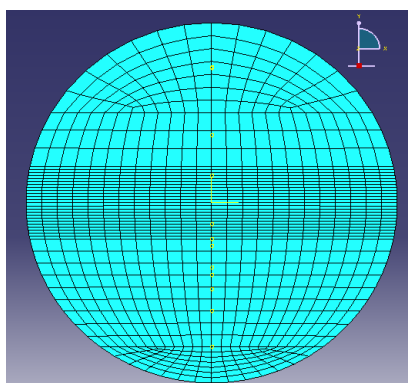


Fig. 25 Mallado para $\alpha = 0.5$

Los valores reportados y ya seleccionados de las trece posiciones relativas son:

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	6,09760E-01	6,09762E-01	1,21952E+00
-0,83	7,31071E-01	7,31082E-01	1,46215E+00
-0,66	7,78638E-01	7,78637E-01	1,55728E+00
-0,5	8,03650E-01	8,03641E-01	1,60729E+00
-0,33	8,17933E-01	8,17919E-01	1,63585E+00
-0,16	8,25449E-01	8,25453E-01	1,65090E+00
0	8,27844E-01	8,27841E-01	1,65569E+00
0,16	8,25430E-01	8,25434E-01	1,65086E+00
0,33	8,17926E-01	8,17912E-01	1,63584E+00
0,5	8,03651E-01	8,03641E-01	1,60729E+00
0,66	7,78644E-01	7,78643E-01	1,55729E+00
0,83	7,31089E-01	7,31101E-01	1,46219E+00
1	6,09399E-01	6,09401E-01	1,21880E+00

Tabla 3. Valores del FIT en fisura abierta para $\alpha = 0.5$

La representación grafica de K_I con los valores obtenidos es (Fig. 26):

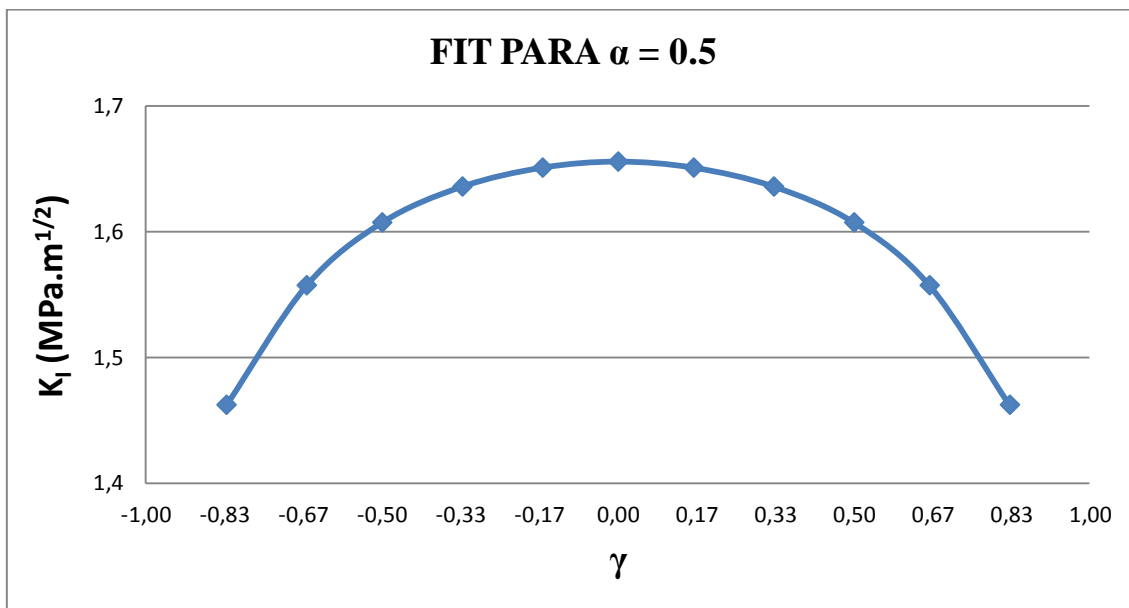


Fig. 26 Representación gráfica del FIT en fisura abierta y $\alpha = 0.5$

Una vez que se han calculado y representado por separado los valores de K_I para fisura abierta de las tres longitudes características de la fisura, se representan en una misma grafica para poder compararlos (Fig. 27).

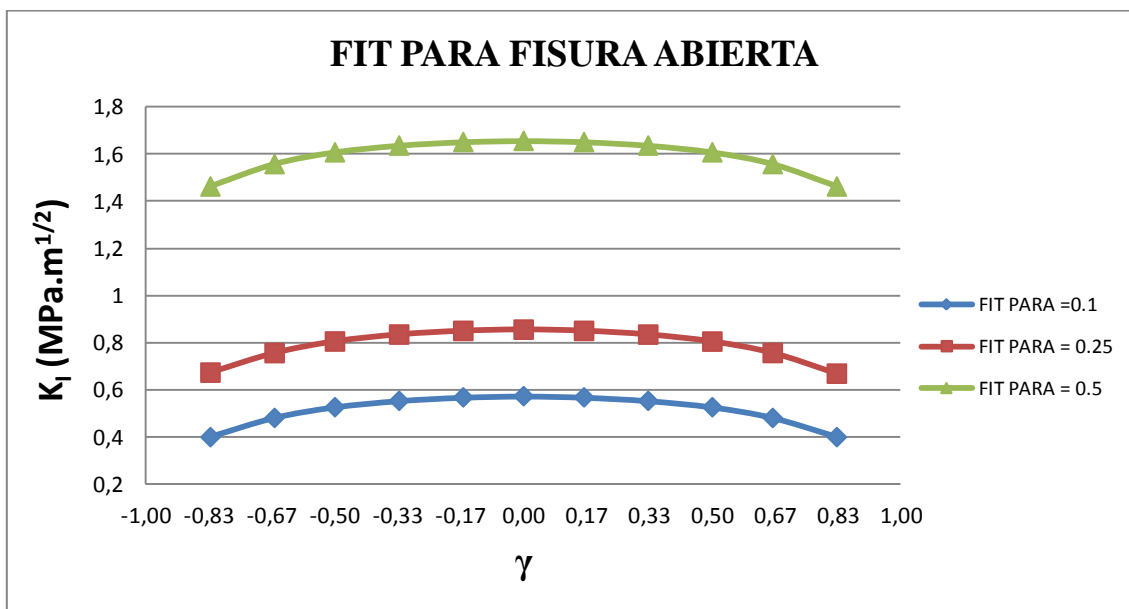


Fig. 27 Representación gráfica del FIT en fisura abierta para todas las longitudes características.



Como se puede observar, el FIT es positivo (mayor que cero), y es creciente a razón de la longitud característica de la fisura, es decir, cuanto mayor es el parámetro de profundidad de fisura, mayor es el Factor de Intensidad de Tensiones.

3.1.2 Cálculos para la situación de fisura cerrada

Se dice que la fisura se encuentra totalmente cerrada cuando las caras de la fisura se encuentran en contacto y una se apoya en la otra.

Esta situación se presenta cuando la carga se encuentra en $\theta = 0^\circ$ y la fisura se encuentra en $\theta = 0^\circ$ también, es decir, el punto de aplicación de la carga se encuentra sobre la fisura (*Fig. 18*).

Como la fisura se encuentra cerrada y por tanto las dos caras de contacto se tocan, se van a realizar cálculos para los distintos modelos de contacto, ya que pueden aparecer fuerzas de fricción que condicionen los valores del FIT.

Se va a realizar los cálculos de FIT para tres longitudes características de fisura diferentes: 0.1, 0.25 y 0.5, utilizando los modelos Mod1, Mod2 y Mod3 respectivamente.

3.1.2.1 Mod1. Cálculos para la longitud característica de $\alpha = 0.1$

Puesto que el Mod1 es el modelo que se realizó exclusivamente para analizar el FIT para la longitud característica de fisura de 0.1 no hay que hacer ninguna modificación en la geometría del modelo ni del mallado, y por tanto no se va a mostrar ninguna figura sobre la fisura ni sobre el mallado aplicado.

Lo que si se va a modificar en este modelo son los parámetros de fricción, es decir, el modelo de contacto, para poder analizar como varía el FIT dependiendo del contacto utilizado. Los tres modelos de contacto que vamos a utilizar son: Frictionless, Penalty y Rough (explicados en el apartado 2.3.6).

Modelo de contacto “Frictionless”

Una vez que se realizan todos los pasos necesarios para la configuración del modelo tipo “Frictionless”, los valores obtenidos son los siguientes:



γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	-8,78083E-02	-1,27735E-01	-2,15543E-01
-0,83	-1,58514E-01	-1,58694E-01	-3,17208E-01
-0,66	-1,39757E-01	-1,40505E-01	-2,80262E-01
-0,5	-1,28834E-01	-1,28475E-01	-2,57309E-01
-0,33	-1,27414E-01	-1,27616E-01	-2,55030E-01
-0,16	-1,29858E-01	-1,29877E-01	-2,59735E-01
0	-1,30599E-01	-1,30378E-01	-2,60977E-01
0,16	-1,29272E-01	-1,29286E-01	-2,58558E-01
0,33	-1,27335E-01	-1,27534E-01	-2,54869E-01
0,5	-1,27858E-01	-1,27470E-01	-2,55328E-01
0,66	-1,39232E-01	-1,40001E-01	-2,79233E-01
0,83	-1,60082E-01	-1,60274E-01	-3,20356E-01
1	-1,43717E-01	-2,07546E-01	-3,51263E-01

Tabla 4. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod1 con el tipo de contacto “Frictionless” para $\alpha = 0.1$

Modelo de contacto “Penalty”

Simplemente modificando el tipo de contacto a “Penalty”, con el coeficiente de fricción 0.12, obtenemos los siguientes valores de FIT:

	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	-8,84814E-02	-1,28601E-01	-2,17082E-01
-0,83	-1,58514E-01	-1,58694E-01	-3,17208E-01
-0,66	-1,39758E-01	-1,40504E-01	-2,80262E-01
-0,5	-1,28834E-01	-1,28475E-01	-2,57309E-01
-0,33	-1,27414E-01	-1,27615E-01	-2,55029E-01
-0,16	-1,29858E-01	-1,29877E-01	-2,59735E-01
0	-1,30599E-01	-1,30377E-01	-2,60976E-01
0,16	-1,29272E-01	-1,29285E-01	-2,58557E-01
0,33	-1,27336E-01	-1,27534E-01	-2,54870E-01
0,5	-1,27858E-01	-1,27470E-01	-2,55328E-01
0,66	-1,39233E-01	-1,40000E-01	-2,79233E-01
0,83	-1,60081E-01	-1,60275E-01	-3,20356E-01
1	-1,43039E-01	-2,06617E-01	-3,49656E-01

Tabla 5. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod1 con el tipo de contacto “Penalty” para $\alpha = 0.1$

Modelo de contacto “Rough”

Tomando el modelo y cambiando el tipo de contacto a “Rough”, se obtiene:

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	-1,28671E-01	-1,75534E-01	-3,04205E-01
-0,83	-1,58563E-01	-1,59896E-01	-3,18459E-01
-0,66	-1,39755E-01	-1,40687E-01	-2,80442E-01
-0,5	-1,28877E-01	-1,28196E-01	-2,57073E-01
-0,33	-1,27442E-01	-1,27243E-01	-2,54685E-01
-0,16	-1,29720E-01	-1,29746E-01	-2,59466E-01
0	-1,31178E-01	-1,30949E-01	-2,62127E-01
0,16	-1,29135E-01	-1,29150E-01	-2,58285E-01
0,33	-1,26971E-01	-1,27556E-01	-2,54527E-01
0,5	-1,27578E-01	-1,27513E-01	-2,55091E-01
0,66	-1,39425E-01	-1,39979E-01	-2,79404E-01
0,83	-1,61287E-01	-1,60331E-01	-3,21618E-01
1	-9,62067E-02	-1,50105E-01	-2,46312E-01

Tabla 6. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod1 con el tipo de contacto “Rough” para $\alpha = 0.1$

Si se representan los valores obtenidos para esta longitud característica los distintos tipos de contacto, se ve como varia el FIT según el contacto (Fig. 28).

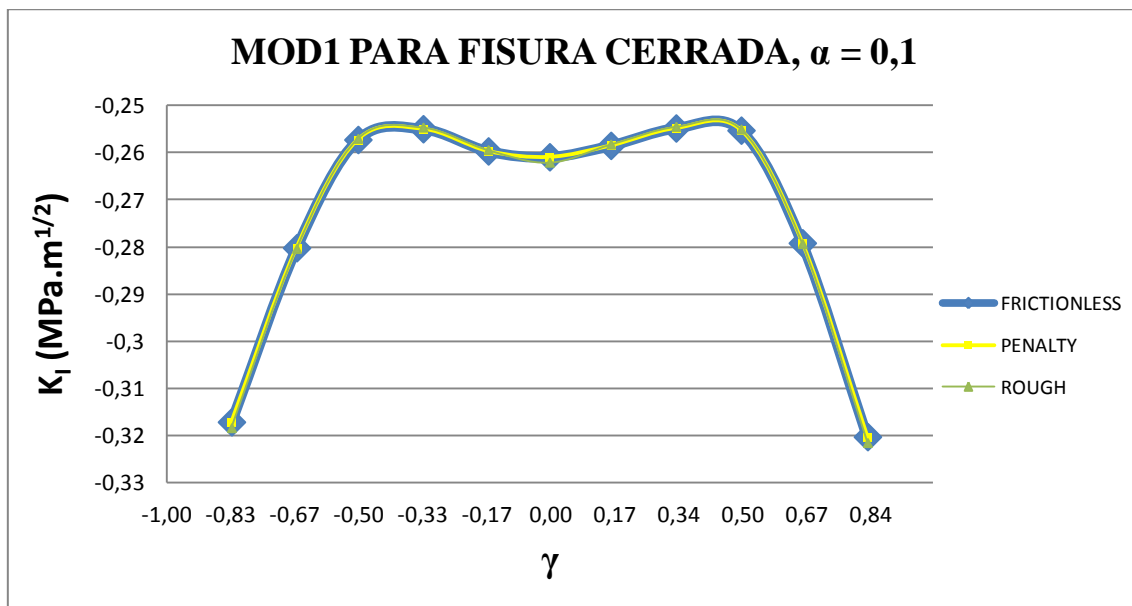


Fig. 28 Representación gráfica del FIT en fisura cerrada en el modelo Mod1 para todos los modelos de contacto y longitud característica $\alpha = 0.1$



Utilizando el modelo Mod1, para la longitud característica de fisura de $\alpha = 0.1$, y caracterizándolo para los tres modelos de contacto elegidos, podemos observar que el valor de K_I es el mismo independientemente del contacto que se utilice en los cálculos.

Por otro lado, observando los valores obtenidos, se puede establecer que cuando la fisura está completamente cerrada, el valor de K_I es muy próximo al nulo.

En lo que resta de este apartado, vamos a realizar una extensión del modelo a otras longitudes características de fisura, que son las correspondientes a $\alpha = 0.25$ y $\alpha = 0.5$, con la finalidad de realizar al final del capítulo 3 la comprobación de resultados.

➤ Extensión del modelo para $\alpha = 0.25$

El modelo Mod1 se modeliza para calcular el FIT de longitud característica $\alpha = 0.1$, puesto que ahora se va a calcular para $\alpha = 0.25$, se realizan unas pequeñas modificaciones sobre el modelo, para poder situar el frente de fisura a la altura que corresponde y para poder realizar el mallado adecuado. Realizados estos cambios, queda el mallado de la siguiente manera (Fig. 29):

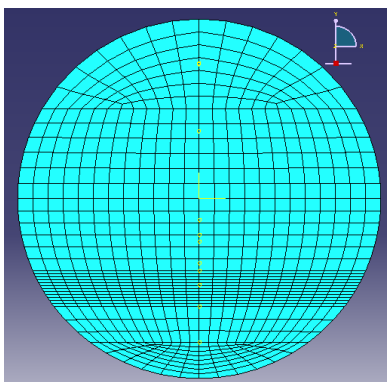


Fig. 29 Mallado del Mod1 con modificación para la geometría y mallado de la longitud característica $\alpha = 0.25$



Para el modelo de contacto tipo “Frictionless”, los resultados que son:

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	-7,22431E-02	-5,16998E-02	-1,23943E-01
-0,83	-8,86914E-02	-8,86937E-02	-1,77385E-01
-0,66	-8,84454E-02	-8,84322E-02	-1,76878E-01
-0,5	-8,82368E-02	-8,82339E-02	-1,76471E-01
-0,33	-8,80926E-02	-8,80750E-02	-1,76168E-01
-0,16	-8,79667E-02	-8,79490E-02	-1,75916E-01
0	-8,78896E-02	-8,78870E-02	-1,75777E-01
0,16	-8,79665E-02	-8,79494E-02	-1,75916E-01
0,33	-8,80893E-02	-8,80716E-02	-1,76161E-01
0,5	-8,82412E-02	-8,82383E-02	-1,76480E-01
0,66	-8,84454E-02	-8,84325E-02	-1,76878E-01
0,83	-8,86908E-02	-8,86934E-02	-1,77384E-01
1	-7,22607E-02	-5,41395E-02	-1,26400E-01

Tabla 7. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod1 con el tipo de contacto “Frictionless” para $\alpha = 0.25$

Modificando el modelo de contacto a “Penalty”, es decir, introduciendo un coeficiente de fricción de 0.12, los valores que se obtienen son los siguientes:

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	-7,22454E-02	-5,17035E-02	-1,23949E-01
-0,83	-8,86914E-02	-8,86937E-02	-1,77385E-01
-0,66	-8,84455E-02	-8,84321E-02	-1,76878E-01
-0,5	-8,82370E-02	-8,82338E-02	-1,76471E-01
-0,33	-8,80927E-02	-8,80748E-02	-1,76168E-01
-0,16	-8,79668E-02	-8,79489E-02	-1,75916E-01
0	-8,78898E-02	-8,78869E-02	-1,75777E-01
0,16	-8,79667E-02	-8,79492E-02	-1,75916E-01
0,33	-8,80894E-02	-8,80714E-02	-1,76161E-01
0,5	-8,82414E-02	-8,82382E-02	-1,76480E-01
0,66	-8,84455E-02	-8,84324E-02	-1,76878E-01
0,83	-8,86908E-02	-8,86934E-02	-1,77384E-01
1	-7,22576E-02	-5,41362E-02	-1,26394E-01

Tabla 8. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod1 con el tipo de contacto “Penalty” para $\alpha = 0.25$

Por último, se introduce el modelo de contacto “Rough”, obteniéndose:

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	-7,18408E-02	-5,11833E-02	-1,23024E-01
-0,83	-8,86959E-02	-8,86852E-02	-1,77381E-01
-0,66	-8,84860E-02	-8,84662E-02	-1,76952E-01
-0,5	-8,81862E-02	-8,82318E-02	-1,76418E-01
-0,33	-8,81217E-02	-8,80565E-02	-1,76178E-01
-0,16	-8,80361E-02	-8,80191E-02	-1,76055E-01
0	-8,77787E-02	-8,77754E-02	-1,75554E-01
0,16	-8,80380E-02	-8,80174E-02	-1,76055E-01
0,33	-8,80719E-02	-8,80995E-02	-1,76171E-01
0,5	-8,82409E-02	-8,81864E-02	-1,76427E-01
0,66	-8,84821E-02	-8,84695E-02	-1,76952E-01
0,83	-8,86827E-02	-8,86974E-02	-1,77380E-01
1	-7,27077E-02	-5,47138E-02	-1,27422E-01

Tabla 9. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod1 con el tipo de contacto “Rough” para $\alpha = 0.25$

Obtenidos todos los valores del FIT para cada uno de los modelos de contacto, se representan gráficamente para poder observar las diferencias (Fig. 30).

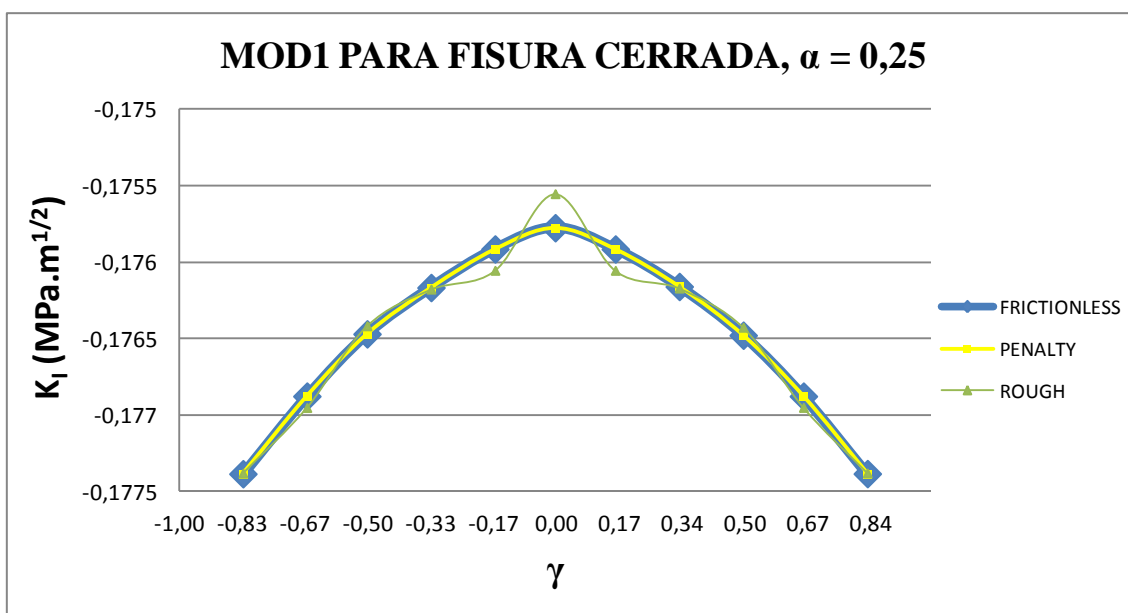


Fig. 30 Representación gráfica del FIT en fisura cerrada en el modelo Mod1 para todos los modelos de contacto y longitud característica $\alpha = 0.25$



Utilizando el modelo Mod1, para una longitud característica de fisura de $\alpha = 0.25$, y caracterizándolo para los tres modelos de contacto elegidos, podemos observar que el valor de K_I es el mismo independientemente del contacto que se utilice en los cálculos. Los valores son prácticamente coincidentes a lo largo del frente de fisura, difiriendo levemente en la zona central (pero esta diferencia de valores es casi inapreciable teniendo en cuenta el orden de magnitud de los resultados).

Por otro lado, observando los valores obtenidos, se puede establecer que cuando la fisura está completamente cerrada, el valor de K_I es muy próximo al nulo.

➤ Extensión del modelo para $\alpha = 0.5$

Al realizar los cálculos para la longitud característica de fisura $\alpha = 0.5$ en el modelo Mod1, también hay que hacer una serie de pequeñas modificaciones para definir la geometría de la fisura y el mallado. Realizadas dichas modificaciones, el mallado es el siguiente (Fig. 31):

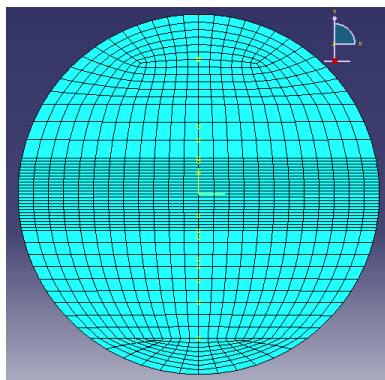


Fig. 31 Mallado del Mod1 con modificación para la geometría y mallado de la longitud característica $\alpha = 0.5$



Para el tipo de contacto “Frictionless”, los valores obtenidos son:

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	-4,59724E-03	-4,59655E-03	-9,19379E-03
-0,83	-4,91469E-03	-4,91629E-03	-9,83098E-03
-0,66	-4,79814E-03	-4,79810E-03	-9,59624E-03
-0,5	-4,73971E-03	-4,73973E-03	-9,47944E-03
-0,33	-4,71845E-03	-4,71700E-03	-9,43545E-03
-0,16	-4,70973E-03	-4,71001E-03	-9,41974E-03
0	-4,69946E-03	-4,70128E-03	-9,40074E-03
0,16	-4,71014E-03	-4,71044E-03	-9,42058E-03
0,33	-4,71923E-03	-4,71780E-03	-9,43703E-03
0,5	-4,74182E-03	-4,74188E-03	-9,48370E-03
0,66	-4,79979E-03	-4,79980E-03	-9,59959E-03
0,83	-4,91449E-03	-4,91616E-03	-9,83065E-03
1	-4,57273E-03	-4,56989E-03	-9,14262E-03

Tabla 10. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod1 con el tipo de contacto “Frictionless” para $\alpha = 0.5$

Introduciendo el coeficiente de fricción, los resultados para el tipo de contacto “Penalty” son:

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	-4,59644E-03	-4,59602E-03	-9,19246E-03
-0,83	-4,91462E-03	-4,91635E-03	-9,83097E-03
-0,66	-4,79813E-03	-4,79812E-03	-9,59625E-03
-0,5	-4,73972E-03	-4,73973E-03	-9,47945E-03
-0,33	-4,71848E-03	-4,71699E-03	-9,43547E-03
-0,16	-4,70975E-03	-4,70999E-03	-9,41974E-03
0	-4,69947E-03	-4,70126E-03	-9,40073E-03
0,16	-4,71016E-03	-4,71042E-03	-9,42058E-03
0,33	-4,71924E-03	-4,71777E-03	-9,43701E-03
0,5	-4,74183E-03	-4,74187E-03	-9,48370E-03
0,66	-4,79977E-03	-4,79981E-03	-9,59958E-03
0,83	-4,91443E-03	-4,91622E-03	-9,83065E-03
1	-4,57326E-03	-4,57069E-03	-9,14395E-03

Tabla 11. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod1 con el tipo de contacto “Penalty” para $\alpha = 0.5$

Modificando el modelo de contacto a “Rough”, se obtienen los valores:

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	-4,66573E-03	-4,80678E-03	-9,47251E-03
-0,83	-4,75268E-03	-4,73381E-03	-9,48649E-03
-0,66	-4,85304E-03	-4,53828E-03	-9,39132E-03
-0,5	-4,74350E-03	-4,95483E-03	-9,69833E-03
-0,33	-4,69439E-03	-5,03394E-03	-9,72833E-03
-0,16	-4,94116E-03	-4,47122E-03	-9,41238E-03
0	-4,41316E-03	-4,41494E-03	-8,82810E-03
0,16	-4,47263E-03	-4,94080E-03	-9,41343E-03
0,33	-5,03845E-03	-4,69686E-03	-9,73531E-03
0,5	-4,95665E-03	-4,74572E-03	-9,70237E-03
0,66	-4,53967E-03	-4,85406E-03	-9,39373E-03
0,83	-4,73135E-03	-4,75357E-03	-9,48492E-03
1	-5,03069E-03	-4,88588E-03	-9,91657E-03

Tabla 12. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod1 con el tipo de contacto “Rough” para $\alpha = 0.5$

Una vez obtenidos estos valores, se procede a realizar la representación gráfica de los valores para así poder compararlos.

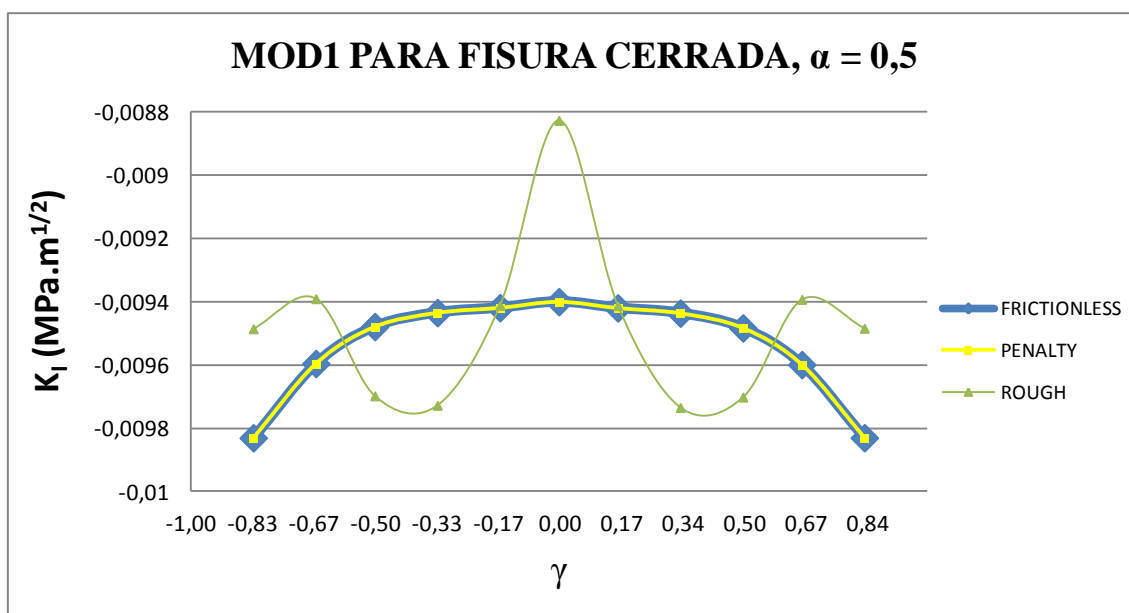


Fig. 32 Representación gráfica del FIT en fisura cerrada en el modelo Mod1 para todos los modelos de contacto y longitud característica $\alpha = 0.5$



Utilizando el modelo Mod1, para una longitud característica de fisura de $\alpha = 0.5$, y caracterizándolo para los tres modelos de contacto elegidos, podemos observar que el valor de K_I son prácticamente los mismos independientemente del contacto que se utilice en los cálculos. Los modelos “Frictionless” y “Penalty” son coincidentes a lo largo del frente de fisura, mientras que el modelo “Rough” varía muy levemente en los valores.

Así mismo, observando los valores obtenidos, se puede establecer que cuando la fisura está completamente cerrada, el valor de K_I es muy próximo al nulo.

3.1.2.2 Mod2. Cálculos para la longitud característica $\alpha = 0.25$

Para realizar los cálculos de la longitud característica de fisura $\alpha = 0.25$ utilizando el modelo Mod2 no se realiza ningún tipo de modificación ya que es el modelo que se fabrica inicialmente para el cálculo de esta longitud característica.

Modelo de contacto “Frictionless”

Cuando en las propiedades del contacto se define el modelo de contacto “Frictionless”, los valores que se obtienen son:

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
1	-7,21493E-02	-6,41888E-02	-1,36338E-01
-0,83	-8,87230E-02	-8,87372E-02	-1,77460E-01
-0,66	-8,84580E-02	-8,84839E-02	-1,76942E-01
-0,5	-8,82798E-02	-8,82579E-02	-1,76538E-01
-0,33	-8,81136E-02	-8,81190E-02	-1,76233E-01
-0,16	-8,79937E-02	-8,79899E-02	-1,75984E-01
0	-8,79159E-02	-8,79036E-02	-1,75820E-01
0,16	-8,79913E-02	-8,79877E-02	-1,75979E-01
0,33	-8,81057E-02	-8,81118E-02	-1,76218E-01
0,5	-8,82845E-02	-8,82624E-02	-1,76547E-01
0,66	-8,84625E-02	-8,84881E-02	-1,76951E-01
0,83	-8,87227E-02	-8,87367E-02	-1,77459E-01
1	-7,21495E-02	-9,42448E-02	-1,66394E-01

Tabla 13. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod2 con el tipo de contacto “Frictionless” para $\alpha = 0.25$



Modelo de contacto “Penalty”

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	-7,21491E-02	-6,41889E-02	-1,36338E-01
-0,83	-8,87231E-02	-8,87371E-02	-1,77460E-01
-0,66	-8,84582E-02	-8,84836E-02	-1,76942E-01
-0,5	-8,82800E-02	-8,82577E-02	-1,76538E-01
-0,33	-8,81137E-02	-8,81188E-02	-1,76233E-01
-0,16	-8,79939E-02	-8,79897E-02	-1,75984E-01
0	-8,79161E-02	-8,79034E-02	-1,75820E-01
0,16	-8,79914E-02	-8,79876E-02	-1,75979E-01
0,33	-8,81058E-02	-8,81116E-02	-1,76217E-01
0,5	-8,82847E-02	-8,82622E-02	-1,76547E-01
0,66	-8,84628E-02	-8,84878E-02	-1,76951E-01
0,83	-8,87228E-02	-8,87366E-02	-1,77459E-01
1	-7,21494E-02	-9,42450E-02	-1,66394E-01

Tabla 14. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod2 con el tipo de contacto “Penalty” para $\alpha = 0.25$

Modelo de contacto “Rough”

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	-6,97408E-02	-6,07107E-02	-1,30452E-01
-0,83	-8,91738E-02	-8,96900E-02	-1,78864E-01
-0,66	-8,81385E-02	-8,82993E-02	-1,76438E-01
-0,5	-8,77910E-02	-8,75646E-02	-1,75356E-01
-0,33	-8,79628E-02	-8,74122E-02	-1,75375E-01
-0,16	-8,88161E-02	-8,77437E-02	-1,76560E-01
0	-8,87320E-02	-8,87168E-02	-1,77449E-01
0,16	-8,77461E-02	-8,88089E-02	-1,76555E-01
0,33	-8,73972E-02	-8,79611E-02	-1,75358E-01
0,5	-8,75950E-02	-8,77698E-02	-1,75365E-01
0,66	-8,82803E-02	-8,81667E-02	-1,76447E-01
0,83	-8,96778E-02	-8,91857E-02	-1,78864E-01
1	-6,79629E-02	-9,36714E-02	-1,61634E-01

Tabla 15. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod2 con el tipo de contacto “Rough” para $\alpha = 0.2$

La representación grafica del FIT con todos los tipos de contacto y con el modelo Mod2 es la siguiente (Fig. 33):

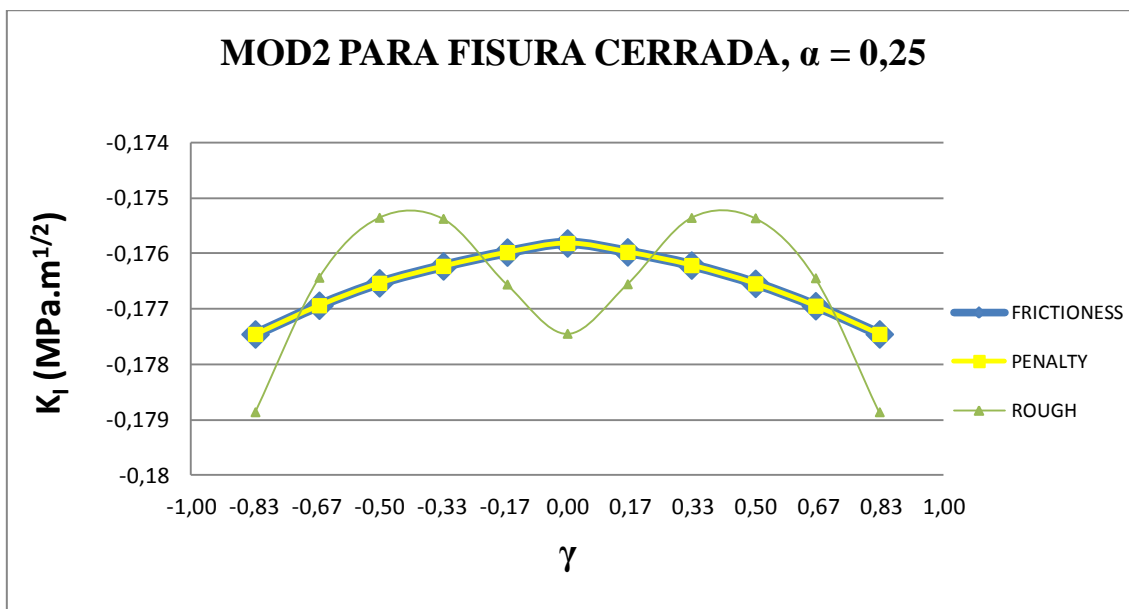


Fig. 33 Representación gráfica del FIT en fisura cerrada en el modelo Mod2 para todos los modelos de contacto y longitud característica $\alpha = 0.25$

Utilizando el modelo Mod2, para una longitud característica de fisura de $\alpha = 0.25$, y caracterizándolo para los tres modelos de contacto elegidos, podemos observar que el valor de K_I es el mismo cuando se eligen los modelos de contacto “Frictionless” y “Penalty”, siendo ligeramente distintos cuando se utiliza el modelo de contacto “Rough”, pero esta diferencia es casi inapreciable.

Por otro lado, observando los valores obtenidos, se puede establecer que cuando la fisura está completamente cerrada, el valor de K_I es muy próximo al nulo.

➤ Extensión del modelo para $\alpha = 0.1$

El modelo Mod2 es el que se prepara inicialmente y exclusivamente para la longitud característica de fisura $\alpha = 0.25$, por lo que para realizar los cálculos para $\alpha = 0.1$ hay que hacer una serie pequeña de modificaciones para preparar dicho modelo con la geometría de fisura requerida para $\alpha = 0.1$. El mallado queda así (Fig. 34):

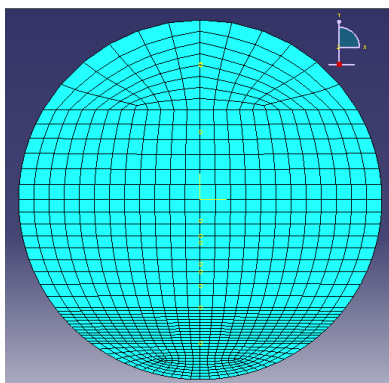


Fig. 34 Mallado del Mod2 con modificación para la geometría y mallado de la longitud característica $\alpha = 0.1$

Al establecer el modelo de contacto “Frictionless” se obtienen los siguientes valores:

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	-1,15715E-01	-1,63382E-01	-2,79097E-01
-0,83	-1,58511E-01	-1,58690E-01	-3,17201E-01
-0,66	-1,39750E-01	-1,40498E-01	-2,80248E-01
-0,5	-1,28827E-01	-1,28469E-01	-2,57296E-01
-0,33	-1,27408E-01	-1,27608E-01	-2,55016E-01
-0,16	-1,29854E-01	-1,29872E-01	-2,59726E-01
0	-1,30594E-01	-1,30375E-01	-2,60969E-01
0,16	-1,29268E-01	-1,29281E-01	-2,58549E-01
0,33	-1,27332E-01	-1,27530E-01	-2,54862E-01
0,5	-1,27852E-01	-1,27465E-01	-2,55317E-01
0,66	-1,39227E-01	-1,39996E-01	-2,79223E-01
0,83	-1,60079E-01	-1,60272E-01	-3,20351E-01
1	-1,15798E-01	-1,69029E-01	-2,84827E-01

Tabla 16. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod2 con el tipo de contacto “Frictionless” para $\alpha = 0.1$



Cuando en el modelo se modifica el tipo de contacto a “Penalty”, con el valor de coeficiente de fricción 0.12, se obtienen los valores:

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	-1,15712E-01	-1,63385E-01	-2,79097E-01
-0,83	-1,58511E-01	-1,58690E-01	-3,17201E-01
-0,66	-1,39751E-01	-1,40497E-01	-2,80248E-01
-0,5	-1,28828E-01	-1,28469E-01	-2,57297E-01
-0,33	-1,27409E-01	-1,27608E-01	-2,55017E-01
-0,16	-1,29854E-01	-1,29872E-01	-2,59726E-01
0	-1,30595E-01	-1,30375E-01	-2,60970E-01
0,16	-1,29268E-01	-1,29281E-01	-2,58549E-01
0,33	-1,27333E-01	-1,27529E-01	-2,54862E-01
0,5	-1,27853E-01	-1,27465E-01	-2,55318E-01
0,66	-1,39228E-01	-1,39995E-01	-2,79223E-01
0,83	-1,60079E-01	-1,60272E-01	-3,20351E-01
1	-1,15795E-01	-1,69031E-01	-2,84826E-01

Tabla 17. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod2 con el tipo de contacto “Penalty” para $\alpha = 0.1$

Cuando se establece el modelo “Rough”, los valores que se obtienen son:

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	-1,15192E-01	-1,58314E-01	-2,73506E-01
-0,83	-1,58560E-01	-1,59891E-01	-3,18451E-01
-0,66	-1,39749E-01	-1,40680E-01	-2,80429E-01
-0,5	-1,28871E-01	-1,28190E-01	-2,57061E-01
-0,33	-1,27436E-01	-1,27235E-01	-2,54671E-01
-0,16	-1,29716E-01	-1,29742E-01	-2,59458E-01
0	-1,31173E-01	-1,30946E-01	-2,62119E-01
0,16	-1,29131E-01	-1,29145E-01	-2,58276E-01
0,33	-1,26968E-01	-1,27551E-01	-2,54519E-01
0,5	-1,27572E-01	-1,27507E-01	-2,55079E-01
0,66	-1,39420E-01	-1,39973E-01	-2,79393E-01
0,83	-1,61283E-01	-1,60328E-01	-3,21611E-01
1	-1,09686E-01	-1,68687E-01	-2,78373E-01

Tabla 18. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod2 con el tipo de contacto “Rough” para $\alpha = 0$.

Calculados los valores del FIT para todos los modelos de contacto, se representan todos ellos en una grafica para poder compararlos (Fig. 35).

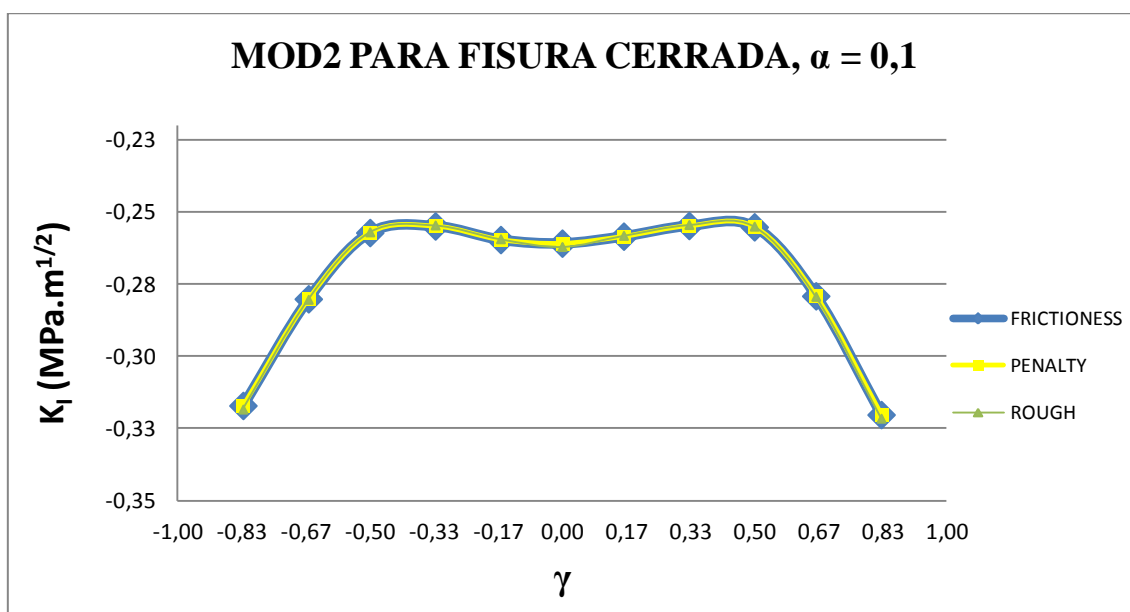


Fig. 35 Representación gráfica del FIT en fisura cerrada en el modelo Mod2 para todos los modelos de contacto y longitud característica $\alpha = 0.1$

Utilizando el Mod2, para una longitud característica de fisura de $\alpha = 0.1$, y caracterizándolo para los tres modelos de contacto elegidos, podemos observar que el valor de K_I es el mismo independientemente del contacto que se utilice en los cálculos.

También observando los valores obtenidos, se puede establecer que cuando la fisura está completamente cerrada, el valor de K_I es muy próximo al nulo.

➤ Extensión del modelo para $\alpha = 0.5$

Para el cálculo del FIT de longitud característica de fisura $\alpha = 0.5$ con el modelo Mod2, es necesario realizar algún pequeño cambio y modificación en la geometría del eje. Tras los cambios el mallado queda de la siguiente manera (Fig. 36):

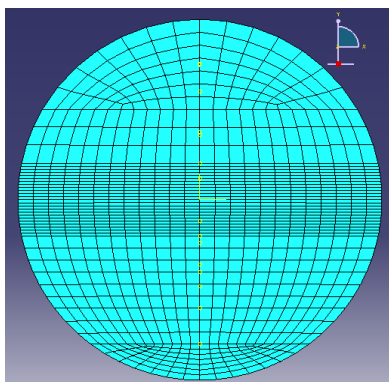


Fig. 36 Mallado del Mod2 con modificación para la geometría y mallado de la longitud característica $\alpha = 0.5$

Cuando el modelo de contacto seleccionado es “Frictionless”, los valores que se obtienen son:

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	-4,47891E-03	-4,47886E-03	-8,95777E-03
-0,83	-4,79566E-03	-4,79648E-03	-9,59214E-03
-0,66	-4,67759E-03	-4,67769E-03	-9,35528E-03
-0,5	-4,62049E-03	-4,62090E-03	-9,24139E-03
-0,33	-4,59648E-03	-4,59530E-03	-9,19178E-03
-0,16	-4,58905E-03	-4,58859E-03	-9,17764E-03
0	-4,59331E-03	-4,59278E-03	-9,18609E-03
0,16	-4,59044E-03	-4,58998E-03	-9,18042E-03
0,33	-4,59826E-03	-4,59712E-03	-9,19538E-03
0,5	-4,62259E-03	-4,62317E-03	-9,24576E-03
0,66	-4,68038E-03	-4,68058E-03	-9,36096E-03
0,83	-4,79815E-03	-4,79908E-03	-9,59723E-03
1	-4,47961E-03	-4,48014E-03	-8,95975E-03

Tabla 19. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod2 con el tipo de contacto “Frictionless” para $\alpha = 0.5$



Cuando se modifica el modelo de contacto a “Penalty”, configurando el valor del coeficiente de fricción en 0.12, se obtienen los valores:

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	-4,47880E-03	-4,47903E-03	-8,95783E-03
-0,83	-4,79562E-03	-4,79658E-03	-9,59220E-03
-0,66	-4,67759E-03	-4,67773E-03	-9,35532E-03
-0,5	-4,62051E-03	-4,62091E-03	-9,24142E-03
-0,33	-4,59651E-03	-4,59529E-03	-9,19180E-03
-0,16	-4,58908E-03	-4,58857E-03	-9,17765E-03
0	-4,59333E-03	-4,59275E-03	-9,18608E-03
0,16	-4,59046E-03	-4,58995E-03	-9,18041E-03
0,33	-4,59827E-03	-4,59709E-03	-9,19536E-03
0,5	-4,62258E-03	-4,62315E-03	-9,24573E-03
0,66	-4,68035E-03	-4,68058E-03	-9,36093E-03
0,83	-4,79806E-03	-4,79912E-03	-9,59718E-03
1	-4,47945E-03	-4,48025E-03	-8,95970E-03

Tabla 20. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod2 con el tipo de contacto “Penalty” para $\alpha = 0.5$

Si se cambia el modelo de contacto a “Rough”, se obtienen los valores:

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	-4,50821E-03	-4,47550E-03	-8,98371E-03
-0,83	-4,79186E-03	-4,81432E-03	-9,60618E-03
-0,66	-4,67584E-03	-4,72361E-03	-9,39945E-03
-0,5	-4,61132E-03	-4,57881E-03	-9,19013E-03
-0,33	-4,57431E-03	-4,59576E-03	-9,17007E-03
-0,16	-4,64340E-03	-4,61750E-03	-9,26090E-03
0	-4,48157E-03	-4,48091E-03	-8,96248E-03
0,16	-4,61989E-03	-4,64444E-03	-9,26433E-03
0,33	-4,59956E-03	-4,57555E-03	-9,17511E-03
0,5	-4,58130E-03	-4,61440E-03	-9,19570E-03
0,66	-4,72709E-03	-4,67914E-03	-9,40623E-03
0,83	-4,81640E-03	-4,79525E-03	-9,61165E-03
1	-4,47721E-03	-4,50990E-03	-8,98711E-03

Tabla 21. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod2 con el tipo de contacto “Rough” para $\alpha = 0.5$

Calculados todos los valores del FIT para todos los modelos de contacto con el modelo Mod2 para una longitud característica de $\alpha = 0.5$, se representan en una grafica para poder compararlos (Fig. 37).

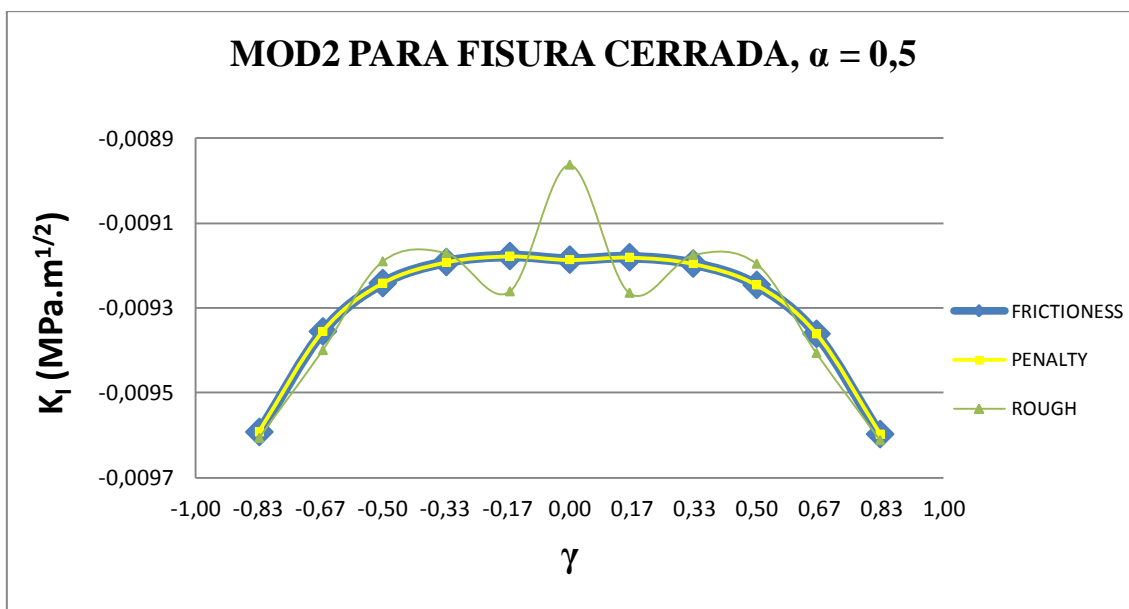


Fig. 37 Representación gráfica del FIT en fisura cerrada en el modeloMod2 para todos los modelos de contacto y longitud característica $\alpha = 0.5$

Utilizando el modelo Mod2, para una longitud característica de fisura de $\alpha = 0.5$, y caracterizándolo para los tres modelos de contacto elegidos, podemos observar que el valor de K_I es el mismo independientemente del contacto que se utilice en los cálculos, solo difiere levemente los valores obtenidos con el modelo de contacto “Rough”.

Al igual, observando los valores obtenidos, se puede establecer que cuando la fisura está completamente cerrada, el valor de K_I es muy próximo al nulo.

3.1.2.3 Mod3. Cálculos para la longitud característica de $\alpha = 0.5$

Para realizar los cálculos de la longitud característica $\alpha = 0.5$ el modelo Mod3 esta inicialmente preparado, es decir, no hay que hacer ninguna modificación, por lo que directamente solo hay que cambiar los modelos de contacto.

Modelo de contacto “Fricctionless”

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	-4,62550E-03	-4,62536E-03	-9,25086E-03
-0,83	-4,79258E-03	-4,79367E-03	-9,58625E-03
-0,66	-4,67349E-03	-4,67374E-03	-9,34723E-03
-0,5	-4,61780E-03	-4,61819E-03	-9,23599E-03
-0,33	-4,59446E-03	-4,59339E-03	-9,18785E-03
-0,16	-4,58941E-03	-4,58868E-03	-9,17809E-03
0	-4,61097E-03	-4,61038E-03	-9,22135E-03
0,16	-4,59093E-03	-4,59019E-03	-9,18112E-03
0,33	-4,59634E-03	-4,59532E-03	-9,19166E-03
0,5	-4,61983E-03	-4,62038E-03	-9,24021E-03
0,66	-4,67608E-03	-4,67643E-03	-9,35251E-03
0,83	-4,79502E-03	-4,79621E-03	-9,59123E-03
1	-4,68621E-03	-4,68684E-03	-9,37305E-03

Tabla 22. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod3 con el tipo de contacto “Frictionless” para $\alpha = 0.5$

Modelo de contacto “Penalty”

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	-4,62599E-04	-4,62613E-03	-5,08873E-03
-0,83	-4,79250E-03	-4,79370E-03	-9,58620E-03
-0,66	-4,67347E-03	-4,67376E-03	-9,34723E-03
-0,5	-4,61781E-03	-4,61819E-03	-9,23600E-03
-0,33	-4,59448E-03	-4,59338E-03	-9,18786E-03
-0,16	-4,58943E-03	-4,58866E-03	-9,17809E-03
0	-4,61100E-03	-4,61035E-03	-9,22135E-03
0,16	-4,59095E-03	-4,59019E-03	-9,18114E-03
0,33	-4,59636E-03	-4,59530E-03	-9,19166E-03
0,5	-4,61984E-03	-4,62037E-03	-9,24021E-03
0,66	-4,67606E-03	-4,67640E-03	-9,35246E-03
0,83	-4,79496E-03	-4,79627E-03	-9,59123E-03
1	-4,68513E-03	-4,68636E-03	-9,37149E-03

Tabla 23. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod3 con el tipo de contacto “Penalty” para $\alpha = 0.5$



Modelo de contacto “Rough”

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	-4,90333E-03	-4,86120E-03	-9,76453E-03
-0,83	-4,79061E-03	-4,80755E-03	-9,59816E-03
-0,66	-4,66108E-03	-4,72069E-03	-9,38177E-03
-0,5	-4,60706E-03	-4,57518E-03	-9,18224E-03
-0,33	-4,56781E-03	-4,58834E-03	-9,15615E-03
-0,16	-4,63616E-03	-4,60758E-03	-9,24374E-03
0	-4,53748E-03	-4,53679E-03	-9,07427E-03
0,16	-4,61021E-03	-4,63696E-03	-9,24717E-03
0,33	-4,59184E-03	-4,56877E-03	-9,16061E-03
0,5	-4,57743E-03	-4,60982E-03	-9,18725E-03
0,66	-4,72356E-03	-4,66409E-03	-9,38765E-03
0,83	-4,80945E-03	-4,79408E-03	-9,60353E-03
1	-4,47038E-03	-4,51267E-03	-8,98305E-03

Tabla 24. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod3 con el tipo de contacto “Rough” para $\alpha = 0.5$

Calculados todos los FIT de todos los contactos, se procede a representar los valores en una gráfica (Fig. 38):

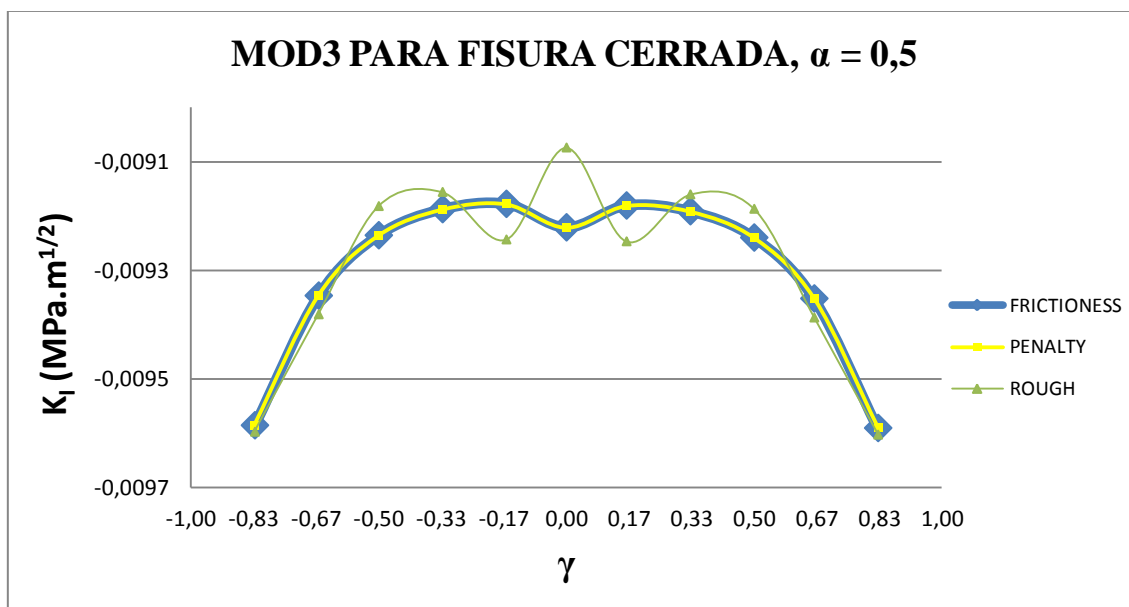


Fig. 38 Representación gráfica del FIT en fisura cerrada en el modelo Mod3 para todos los modelos de contacto y longitud característica $\alpha = 0.5$



Utilizando el modelo Mod3, para una longitud característica de fisura de $\alpha = 0.5$, y caracterizándolo para los tres modelos de contacto elegidos, podemos observar que el valor de K_I es el mismo independientemente del contacto que se utilice en los cálculos. Al igual que en los anteriores resultados, el modelo “Rough” difiere levemente de los valores obtenidos con los otros dos modelos de contacto, pero son diferencias que no se tienen en cuenta debido al orden de magnitud de los resultados.

Por otro lado, observando los valores obtenidos, se puede establecer que cuando la fisura está completamente cerrada, el valor de K_I es muy próximo al nulo, dato del que teóricamente se tenía constancia y que se pretendía demostrar.

➤ Extensión del modelo para $\alpha = 0.1$

El modelo Mod3 es diseñado para calcular los valores del FIT para una longitud característica de fisura $\alpha = 0.5$, por lo que para la longitud característica de 0.1 habrá que hacer una modificaciones en el modelo.

Tras las pequeñas modificaciones, el mallado del modelo queda de la siguiente manera (Fig. 39):

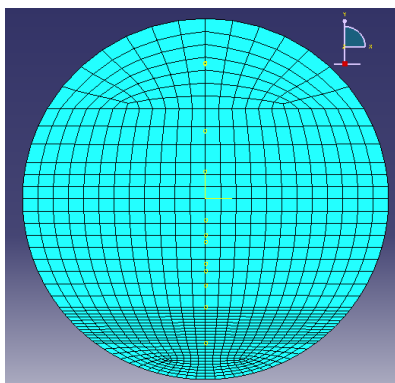


Fig. 39 Mallado del Mod3 con modificación para la geometría y mallado de la longitud característica $\alpha = 0.1$



Para el modelo de contacto “Frictionless” se obtienen los valores:

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	-1,14890E-01	-1,55604E-01	-2,70494E-01
-0,83	-1,58416E-01	-1,58595E-01	-3,17011E-01
-0,66	-1,39675E-01	-1,40416E-01	-2,80091E-01
-0,5	-1,28740E-01	-1,28381E-01	-2,57121E-01
-0,33	-1,27310E-01	-1,27502E-01	-2,54812E-01
-0,16	-1,29751E-01	-1,29769E-01	-2,59520E-01
0	-1,30519E-01	-1,30295E-01	-2,60814E-01
0,16	-1,29172E-01	-1,29185E-01	-2,58357E-01
0,33	-1,27240E-01	-1,27429E-01	-2,54669E-01
0,5	-1,27761E-01	-1,27373E-01	-2,55134E-01
0,66	-1,39146E-01	-1,39908E-01	-2,79054E-01
0,83	-1,59984E-01	-1,60176E-01	-3,20160E-01
1	-1,23357E-01	-1,72508E-01	-2,95865E-01

Tabla 25. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod3 con el tipo de contacto “Frictionless” para $\alpha = 0.1$

Cuando se modifica a “Penalty”, los valores obtenidos son:

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	-1,15990E-01	-1,57130E-01	-2,73120E-01
-0,83	-1,58416E-01	-1,58595E-01	-3,17011E-01
-0,66	-1,39675E-01	-1,40415E-01	-2,80090E-01
-0,5	-1,28741E-01	-1,28380E-01	-2,57121E-01
-0,33	-1,27311E-01	-1,27502E-01	-2,54813E-01
-0,16	-1,29751E-01	-1,29769E-01	-2,59520E-01
0	-1,30519E-01	-1,30294E-01	-2,60813E-01
0,16	-1,29172E-01	-1,29185E-01	-2,58357E-01
0,33	-1,27241E-01	-1,27429E-01	-2,54670E-01
0,5	-1,27761E-01	-1,27373E-01	-2,55134E-01
0,66	-1,39147E-01	-1,39907E-01	-2,79054E-01
0,83	-1,59984E-01	-1,60177E-01	-3,20161E-01
1	-1,22258E-01	-1,70838E-01	-2,93096E-01

Tabla 26. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod3 con el tipo de contacto “Penalty” para $\alpha = 0.1$



Si modificamos el modelo de contacto a “Rough”, los valores que se obtienen son los siguientes:

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	-9,08673E-02	-1,18464E-01	-2,09331E-01
-0,83	-1,58456E-01	-1,59739E-01	-3,18195E-01
-0,66	-1,39663E-01	-1,40601E-01	-2,80264E-01
-0,5	-1,28771E-01	-1,28105E-01	-2,56876E-01
-0,33	-1,27323E-01	-1,27138E-01	-2,54461E-01
-0,16	-1,29588E-01	-1,29649E-01	-2,59237E-01
0	-1,31071E-01	-1,30840E-01	-2,61911E-01
0,16	-1,29046E-01	-1,29022E-01	-2,58068E-01
0,33	-1,26884E-01	-1,27434E-01	-2,54318E-01
0,5	-1,27487E-01	-1,27402E-01	-2,54889E-01
0,66	-1,39340E-01	-1,39875E-01	-2,79215E-01
0,83	-1,61133E-01	-1,60220E-01	-3,21353E-01
1	-1,41319E-01	-2,08107E-01	-3,49426E-01

Tabla 27. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod3 con el tipo de contacto “Rough” para $\alpha = 0.1$

Una vez que se han obtenido todos los valores del FIT para todos los modelos de contacto, se procede a compararlos mediante una representación grafica (Fig. 40):

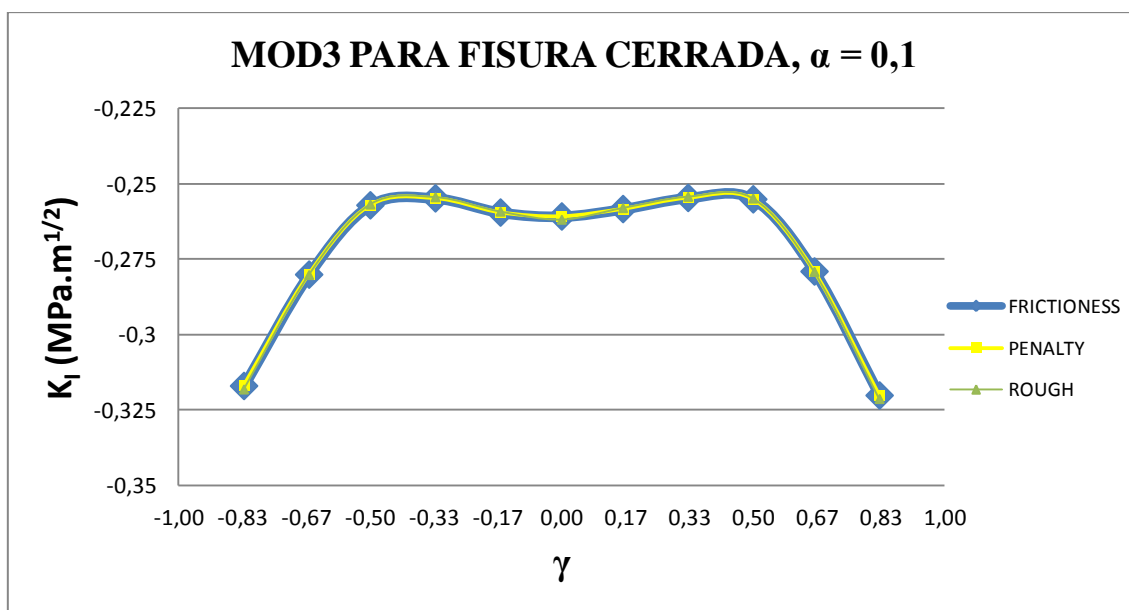


Fig. 40 Representación gráfica del FIT en fisura cerrada en el modelo Mod3 para todos los modelos de contacto y longitud característica $\alpha = 0.1$

Utilizando el modelo Mod3, para una longitud característica de fisura de $\alpha = 0.1$, y caracterizándolo para los tres modelos de contacto elegidos, podemos observar que el valor de K_I es el mismo independientemente del contacto que se utilice en los cálculos.

También observando los valores obtenidos, se puede establecer que cuando la fisura está completamente cerrada, el valor de K_I es muy próximo al nulo.

➤ Extensión del modelo para $\alpha = 0.25$

Como se ha indicado anteriormente, el modelo Mod3 se realiza para una longitud característica $\alpha = 0.5$, por lo que para realizar los cálculos para $\alpha = 0.25$, se realizan varias modificaciones en el modelo para así adaptarlo y que los resultados sean óptimos. Tras las modificaciones, el mallado queda de la siguiente forma (Fig. 41):

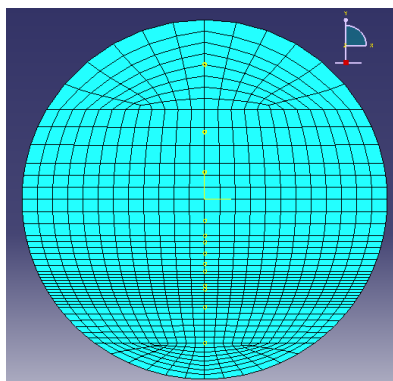


Fig. 41 Mallado del Mod3 con modificación para la geometría y mallado de la longitud característica $\alpha = 0.25$



Para el modelo de contacto “Frictionless” los valores son:

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	-7,40423E-02	-5,55478E-02	-1,29590E-01
-0,83	-8,86709E-02	-8,86715E-02	-1,77342E-01
-0,66	-8,84090E-02	-8,84299E-02	-1,76839E-01
-0,5	-8,82149E-02	-8,82214E-02	-1,76436E-01
-0,33	-8,80543E-02	-8,80605E-02	-1,76115E-01
-0,16	-8,79337E-02	-8,79356E-02	-1,75869E-01
0	-8,78560E-02	-8,78548E-02	-1,75711E-01
0,16	-8,79348E-02	-8,79365E-02	-1,75871E-01
0,33	-8,80586E-02	-8,80648E-02	-1,76123E-01
0,5	-8,82133E-02	-8,82200E-02	-1,76433E-01
0,66	-8,84103E-02	-8,84313E-02	-1,76842E-01
0,83	-8,86729E-02	-8,86737E-02	-1,77347E-01
1	-7,38891E-02	-5,71557E-02	-1,31045E-01

Tabla 28. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod3 con el tipo de contacto “Frictionless” para $\alpha = 0.25$

Cuando se configura el modelo de contacto “Penalty”, los valores que se obtienen son los siguientes:

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	-7,39682E-02	-5,54701E-02	-1,29438E-01
-0,83	-8,86710E-02	-8,86713E-02	-1,77342E-01
-0,66	-8,84092E-02	-8,84297E-02	-1,76839E-01
-0,5	-8,82151E-02	-8,82212E-02	-1,76436E-01
-0,33	-8,80545E-02	-8,80603E-02	-1,76115E-01
-0,16	-8,79338E-02	-8,79354E-02	-1,75869E-01
0	-8,78562E-02	-8,78546E-02	-1,75711E-01
0,16	-8,79350E-02	-8,79363E-02	-1,75871E-01
0,33	-8,80588E-02	-8,80647E-02	-1,76124E-01
0,5	-8,82136E-02	-8,82198E-02	-1,76433E-01
0,66	-8,84105E-02	-8,84311E-02	-1,76842E-01
0,83	-8,86731E-02	-8,86736E-02	-1,77347E-01
1	-7,39636E-02	-5,72406E-02	-1,31204E-01

Tabla 29. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod3 con el tipo de contacto “Penalty” para $\alpha = 0.25$

Al establecer el modelo de contacto “Rough”, los resultados obtenidos son:

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	-7,32654E-02	-5,88865E-02	-1,32152E-01
-0,83	-8,96156E-02	-8,85830E-02	-1,78199E-01
-0,66	-8,82433E-02	-8,87356E-02	-1,76979E-01
-0,5	-8,75535E-02	-8,79652E-02	-1,75519E-01
-0,33	-8,73802E-02	-8,78278E-02	-1,75208E-01
-0,16	-8,77172E-02	-8,83134E-02	-1,76031E-01
0	-8,87370E-02	-8,87340E-02	-1,77471E-01
0,16	-8,83130E-02	-8,77192E-02	-1,76032E-01
0,33	-8,78276E-02	-8,73907E-02	-1,75218E-01
0,5	-8,79616E-02	-8,75563E-02	-1,75518E-01
0,66	-8,87243E-02	-8,82627E-02	-1,76987E-01
0,83	-8,85765E-02	-8,96155E-02	-1,78192E-01
1	-7,04581E-02	-4,77611E-02	-1,18219E-01

Tabla 30. Valores del FIT en fisura cerrada con el modelo Mod3 con el tipo de contacto “Rough” para $\alpha = 0.25$

Una vez que han calculados todos los valores de FIT para los tres modelos de contacto, se procede a representar gráficamente los valores (Fig. 42):

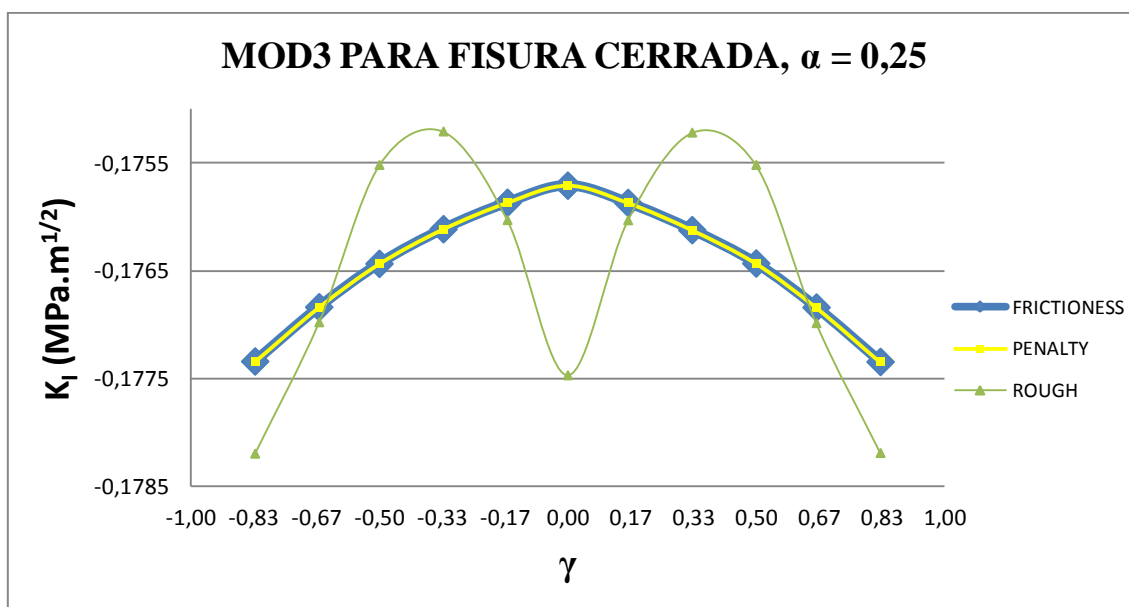


Fig. 42 Representación gráfica del FIT en fisura cerrada en el modelo Mod3 para todos los modelos de contacto y longitud característica $\alpha = 0.25$



Utilizando el modelo Mod3, para una longitud característica de fisura de $\alpha = 0.25$, y caracterizándolo para los tres modelos de contacto elegidos, podemos observar que el valor de K_I es el mismo independientemente del contacto que se utilice en los cálculos. Se vuelve a observar la completa coincidencia entre los modelos “Frictionless” y “Penalty” y las leves diferencias con el modelo de contacto “Rough”:

Por otro lado, observando los valores obtenidos, se puede establecer que cuando la fisura está completamente cerrada, el valor de K_I es muy próximo al nulo.

3.2 Fisuras para $\alpha > 0.5$

Como a lo largo del apartado 3.1 del *Capítulo 3 Análisis y Resultados* ha quedado demostrado que sea cual sea el modelo geométrico utilizado (Mod1, Mod2 y Mod3), y sea cual sea el modelo de contacto utilizado (Frictionless, Penalty o Rough) los valores de K_I son independientes de estos dos factores (modelo geométrico y modelo de contacto), se va a proceder a realizar el análisis de este apartado con un solo modelo geométrico y un solo modelo de contacto.

En este apartado de este capítulo se trata de analizar que ocurre con el FIT cuando la profundidad de fisura va más allá del centro del eje, es decir, cuando la longitud característica de fisura $\alpha > 0.5$.

Para la realización de este apartado, se utiliza el modelo Mod3, y el modelo de contacto “Frictionless” (por ser este el que sale por defecto en el programa).

3.2.1 Cálculos para la situación de fisura abierta

Los resultados de los cálculos que se prevén obtener en estas siguientes paginas deberán de ser positivos, ya que se trata de una fisura totalmente abierta, y de valores mayores que los obtenidos cuando la profundidad de fisura no sobrepasa el centro del eje, teniendo para esto último en cuenta la lógica que se ha seguido en cuanto a los resultados obtenidos para $\alpha = 0.1$, $\alpha = 0.25$ y $\alpha = 0.5$, que han sido crecientes según aumentaba la longitud característica de la fisura.

3.2.1.1 Cálculos para la longitud característica de fisura $\alpha = 0.65$

Al utilizar el modelo Mod3 para el cálculo del FIT para una longitud característica de fisura de $\alpha = 0.65$, se tienen que realizar sobre el modelo una serie de cambios a nivel geométrico y de mallado. Si $\alpha = \frac{a}{D} \Rightarrow a = \alpha \cdot D$ y por tanto, la profundidad a la que se encuentra la fisura se calcula: $a = 0.65 \cdot 20 \Rightarrow a = 13$ mm, es decir, para la longitud característica de fisura $\alpha = 0.65$ en el modelo se va a tener que establecer una fisura de 13 mm de profundidad. El mallado a esta profundidad queda de la siguiente manera (Fig. 43):

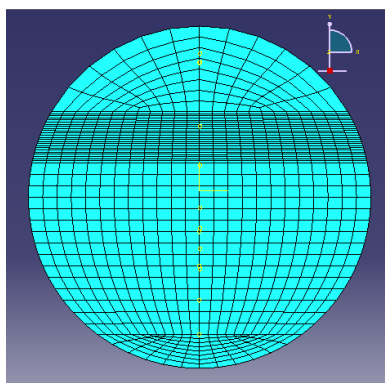


Fig. 43 Mallado del Mod3 con modificación para la geometría y mallado de la longitud característica $\alpha = 0.65$

Los resultados que se obtienen son los siguientes:

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	1,83844E+00	2,02176E+00	3,86020E+00
-0,83	1,62653E+00	1,62668E+00	3,25321E+00
-0,66	1,70851E+00	1,70834E+00	3,41685E+00
-0,5	1,75375E+00	1,75347E+00	3,50722E+00
-0,33	1,77959E+00	1,77939E+00	3,55898E+00
-0,16	1,79290E+00	1,79293E+00	3,58583E+00
0	1,79682E+00	1,79719E+00	3,59401E+00
0,16	1,79294E+00	1,79297E+00	3,58591E+00
0,33	1,77959E+00	1,77939E+00	3,55898E+00
0,5	1,75379E+00	1,75351E+00	3,50730E+00
0,66	1,70854E+00	1,70837E+00	3,41691E+00
0,83	1,62647E+00	1,62662E+00	3,25309E+00
1	1,74596E+00	1,75926E+00	3,50522E+00

Tabla 31. Valores del FIT en fisura abierta para $\alpha = 0.65$

3.2.1.2 Cálculos para la longitud característica de fisura $\alpha = 0.75$

Se comienza calculando a que profundidad de fisura pertenece la longitud característica de 0.75: Si $\alpha = \frac{a}{D} \Rightarrow a = \alpha \cdot D$ y por tanto, la profundidad a la que se encuentra la fisura se calcula: $a = 0.75 \cdot 20 \Rightarrow a = 15$ mm, es decir, para la longitud característica de fisura $\alpha = 0.75$ en el modelo se va a tener que establecer una fisura de 15 mm de profundidad. El mallado queda de la siguiente manera (Fig. 44):

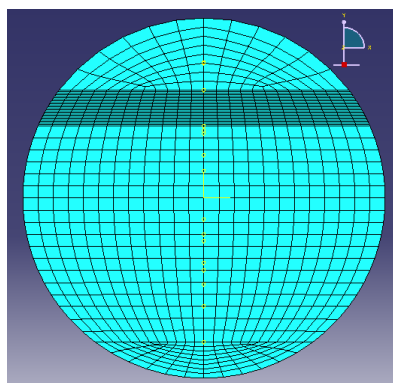


Fig. 44 Mallado del Mod3 con modificación para la geometría y mallado de la longitud característica $\alpha = 0.75$

Los valores que se obtienen del análisis de este modelo son los siguientes:

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	3,36220E+00	3,21258E+00	6,57478E+00
-0,83	2,68514E+00	2,68575E+00	5,37089E+00
-0,66	2,83016E+00	2,82930E+00	5,65946E+00
-0,5	2,91294E+00	2,91170E+00	5,82464E+00
-0,33	2,96083E+00	2,95997E+00	5,92080E+00
-0,16	2,98549E+00	2,98572E+00	5,97121E+00
0	2,99245E+00	2,99421E+00	5,98666E+00
0,16	2,98552E+00	2,98575E+00	5,97127E+00
0,33	2,96082E+00	2,95996E+00	5,92078E+00
0,5	2,91292E+00	2,91167E+00	5,82459E+00
0,66	2,83012E+00	2,82926E+00	5,65938E+00
0,83	2,68513E+00	2,68574E+00	5,37087E+00
1	2,87606E+00	2,62883E+00	5,50489E+00

Tabla 32. Valores del FIT en fisura abierta para $\alpha = 0.75$

Una vez que se han calculado el FIT con estas dos profundidades de fisura, se van a representar gráficamente junto a la representación correspondiente a la longitud característica de $\alpha = 0.5$ (Fig. 45).

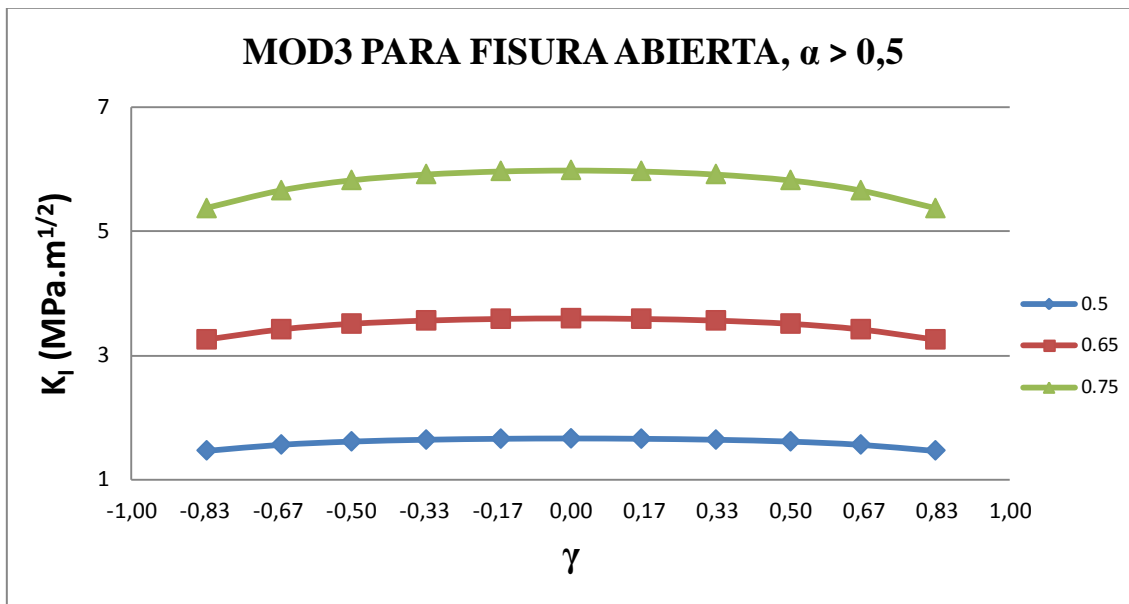


Fig. 45 Representación gráfica del FIT en fisura abierta en el modelo Mod3 para la longitud característica $\alpha = 0.5$, $\alpha = 0.65$ y $\alpha = 0.75$

Como se observa en la representación grafica, el FIT sigue creciendo en su valor a medida que crece la profundidad de fisura, como la expresión teórica expresa, independientemente de si la profundidad de fisura se encuentra por debajo de centro del eje o se encuentra por encima del centro del eje.

3.2.2 Cálculos para la situación de fisura cerrada

Los resultados de los cálculos que se prevén obtener en estas siguientes páginas deberán de ser negativos, ya que se trata de una fisura totalmente cerrada, y de valores que se van aproximando cada vez más a cero, como ha indicado la tendencia de los resultados obtenidos a lo largo del apartado 3.1.2 de este capítulo.

3.2.2.1 Cálculos para la longitud característica de $\alpha = 0.65$

Como en el apartado anterior ya se ha calculado a que profundidad de fisura corresponde esta longitud característica, y se han realizado todos los cambios pertinentes para la realización de este caso, se omite el proceso.



γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	1,03629E-01	1,20265E-01	2,23894E-01
-0,83	8,46522E-02	8,46518E-02	1,69304E-01
-0,66	8,14686E-02	8,14670E-02	1,62936E-01
-0,5	8,02767E-02	8,02772E-02	1,60554E-01
-0,33	7,96656E-02	7,96659E-02	1,59332E-01
-0,16	7,93473E-02	7,93498E-02	1,58697E-01
0	7,91822E-02	7,91843E-02	1,58367E-01
0,16	7,93434E-02	7,93459E-02	1,58689E-01
0,33	7,96617E-02	7,96619E-02	1,59324E-01
0,5	8,02745E-02	8,02750E-02	1,60550E-01
0,66	8,14721E-02	8,14704E-02	1,62943E-01
0,83	8,46566E-02	8,46561E-02	1,69313E-01
1	1,02861E-01	1,05498E-01	2,08359E-01

Tabla 33. Valores del FIT en fisura cerrada para $\alpha = 0.65$

3.2.2.2 Cálculos para la longitud característica de $\alpha = 0.75$

Como ya está calculada la profundidad de fisura a la que pertenece esta longitud característica y ya se han hecho todos los cambios necesarios en el modelo geométrico, no se va a volver a repetir los pasos dados:

γ	K_I CRACK1 (MPa. m ^{1/2})	K_I CRACK2 (MPa. m ^{1/2})	K_I TOTAL (MPa. m ^{1/2})
-1	2,12375E-01	1,84271E-01	3,96646E-01
-0,83	1,62036E-01	1,62037E-01	3,24073E-01
-0,66	1,52630E-01	1,52630E-01	3,05260E-01
-0,5	1,48584E-01	1,48584E-01	2,97168E-01
-0,33	1,46472E-01	1,46472E-01	2,92944E-01
-0,16	1,45317E-01	1,45318E-01	2,90635E-01
0	1,44919E-01	1,44920E-01	2,89839E-01
0,16	1,45312E-01	1,45313E-01	2,90625E-01
0,33	1,46468E-01	1,46469E-01	2,92937E-01
0,5	1,48586E-01	1,48586E-01	2,97172E-01
0,66	1,52642E-01	1,52641E-01	3,05283E-01
0,83	1,62045E-01	1,62045E-01	3,24090E-01
1	2,13764E-01	1,67232E-01	3,80996E-01

Tabla 34. Valores del FIT en fisura cerrada para $\alpha = 0.75$

Ya calculados los valores del FIT, se van a representar éstos junto a los valores obtenidos para la longitud característica de $\alpha = 0.5$ para ver la evolución (Fig. 46).

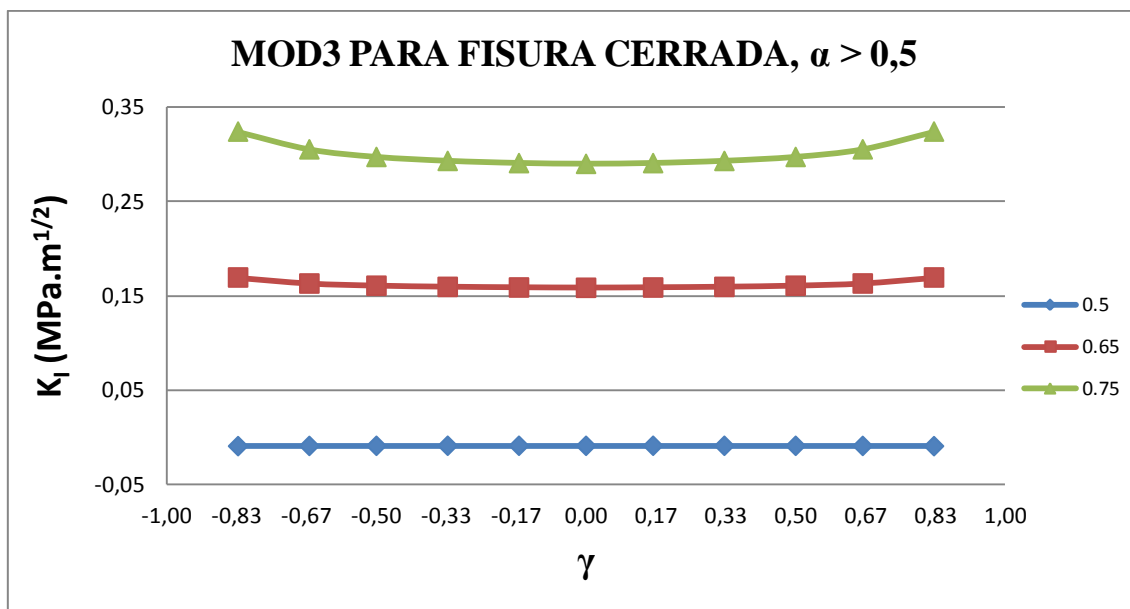


Fig. 46 Representación gráfica del FIT en fisura cerrada en el modelo Mod3 para la longitud característica $\alpha = 0.5$, $\alpha = 0.65$ y $\alpha = 0.75$

Se puede apreciar que para las longitudes características que corresponden a profundidades que sobrepasan el centro del eje, adquieren valores positivos tratándose de fisuras cerradas. Esto es toda una contradicción a lo que se ha establecido teóricamente.

Puesto que este análisis no era el objetivo principal del estudio de este Proyecto (que recordemos que era verificar que los valores del FIT para fisura abierta son positivos y los valores del FIT para fisura cerrada eran negativos, a la vez que evaluar en qué manera influye la elección del tipo de contacto en el valor del FIT), se deja estos resultados como objeto de trabajos futuros.



Capítulo 4 Conclusiones y trabajos futuros

4.1 Conclusiones

Primeramente se verifica que los valores del FIT calculados en los tres modelos geométricos utilizados son los mismos, para poder determinar si los cálculos y las modificaciones que se han realizado son las correctas. Para ello se van a representar todos los modelos geométricos, con todos los modelos de contacto y a todas las longitudes características de fisura menores de 0.5 en una sola gráfica (*Fig. 47*).

Como se puede observar en dicha gráfica en la que se han representado todos los modelos geométricos, con todos los contactos y en todas las profundidades de fisura que se han utilizado en el apartado 3.1.2 del Capítulo 3, los valores que corresponden a un determinado contacto y profundidad son iguales para cualquiera de los tres modelos geométricos que se han utilizado en los cálculos, por lo que podemos destacar que los valores obtenidos son correctos, y no se ha producido ningún error a la hora de realizar los cambios y modificaciones pertinentes en los modelos geométricos.

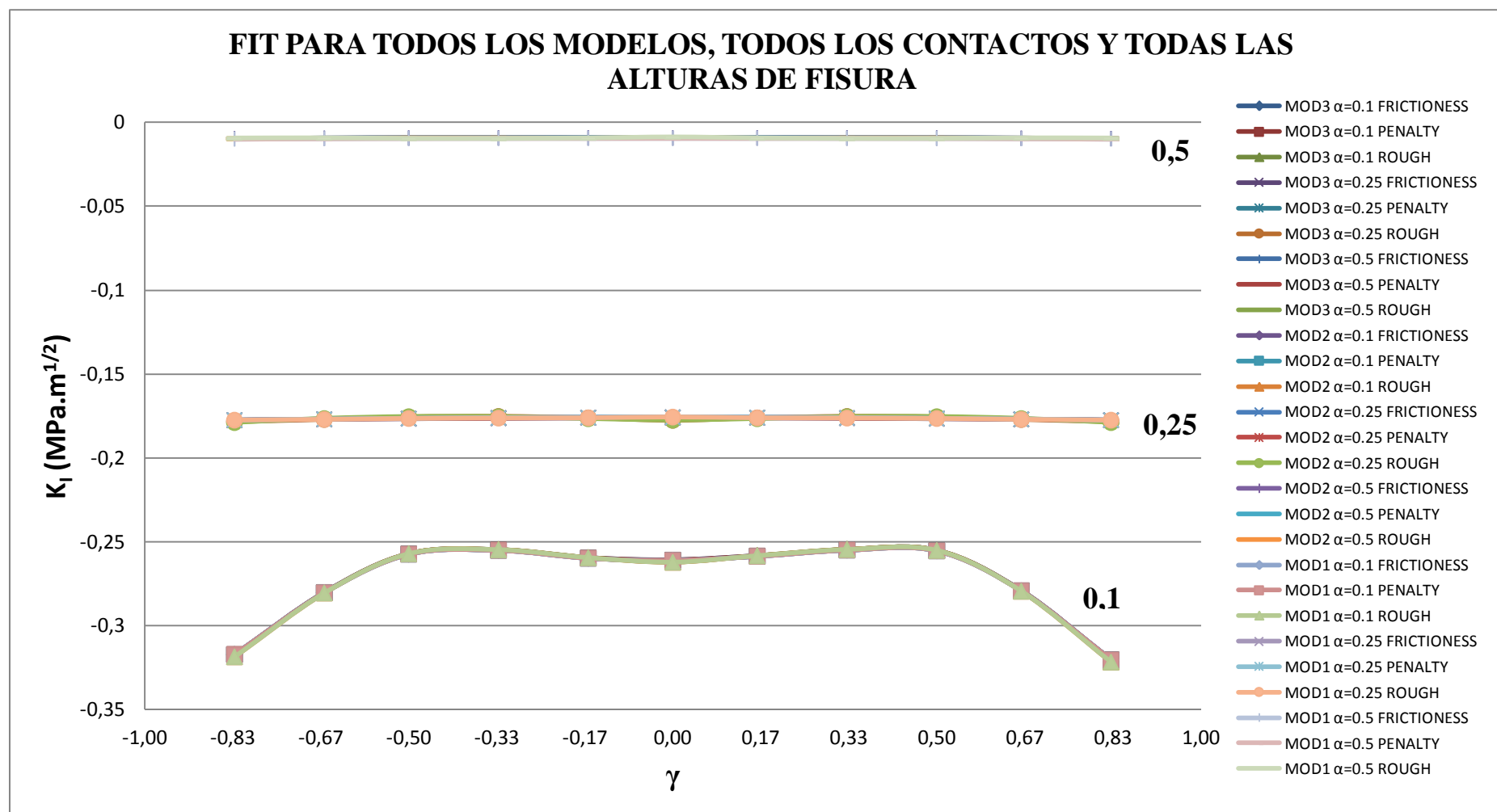


Fig. 47 Representación grafica del FIT en fisura cerrada de todos los modelos geométricos y todos los modelos de contacto para todas las longitudes características



Con todos los cálculos realizados a lo largo del Capítulo 3 y los datos obtenidos, se pueden llegar a las siguientes conclusiones:

- La primera conclusión a la que se llega es que sea cual sea el modelo de contacto que se elija en el cálculo de K_I , el Factor de Intensidad de Tensiones es independiente del contacto elegido.
- Para el estado en el que la fisura se encuentra abierta, el valor de K_I es de valor positivo, como cabía de esperar según nos indica la expresión teórica de la que se dispone para el cálculo del Factor de Intensidad de Tensiones. Además, a mayor profundidad de fisura, es creciente el valor de este factor. Estos resultados son verificados tanto en la profundidad de fisura menor de 0.5 como en la profundidad de fisura mayor de 0.5.
- Además se aprecia que estos valores no siguen una proporcionalidad directa a la profundidad de fisura (es decir, una profundidad de fisura el doble que otra no tiene como resultado el doble de K_I), como se demuestra también en la fórmula teórica
- Para fisura cerrada, el valor de K_I es un valor muy próximo a cero, por lo que teóricamente decimos que cuando nos encontramos con una fisura cerrada, el Factor de Intensidad de Tensiones es nulo. Esto se ve patente en la parte de análisis para $\alpha < 0.5$, donde los valores son negativos pero muy próximos a cero. En la parte de análisis para $\alpha > 0.5$, aunque también son valores muy próximos a cero se observa que éstos son positivos.

A continuación se representan todos los valores obtenidos en los cálculos, para ver la evolución del FIT en conjunto (*Fig. 48*).

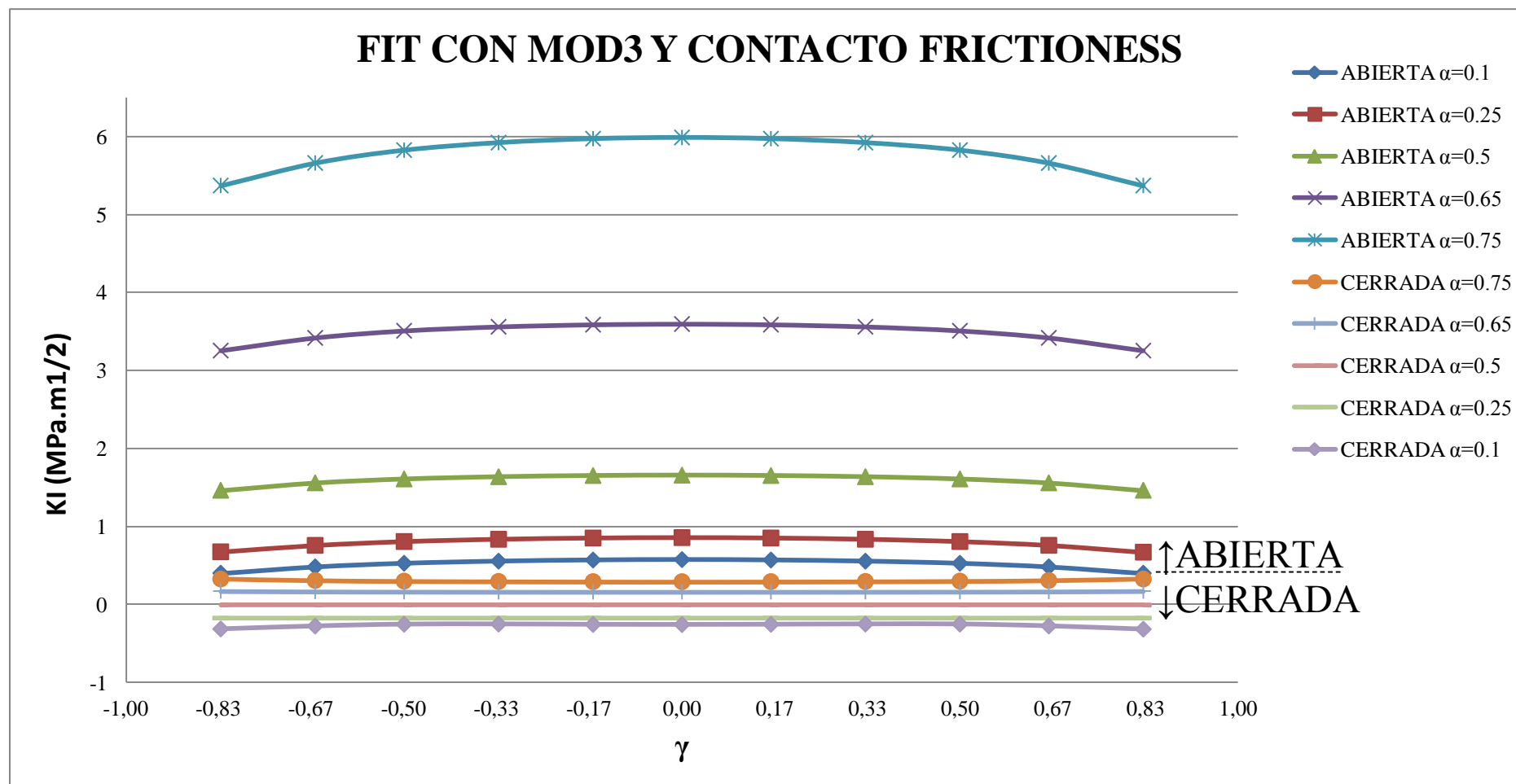


Fig. 48 Representación grafica del FIT en fisura cerrada y abierta utilizando el modelo Mod3 con el modelo de contacto “Frictionless” para todas las longitudes características



4.2 Trabajos futuros

A medida que se ha ido desarrollando el proyecto, se ha podido apreciar la multitud de problemas que se pueden plantear para trabajos futuros.

En primer lugar, al tratarse de un eje giratorio, cabría la posibilidad de estudio de otras posiciones relativas entre la carga y la fisura. En el presente proyecto se ha estudiado los dos casos extremos de fisura completamente abierta y fisura completamente cerrada, pero a lo largo de un ciclo, la posición relativa entre carga y fisura hace que la fisura contenga zonas en las que haya contacto y no lo haya simultáneamente, es decir, que la fisura se encuentre con zonas abiertas y zonas cerradas. Sería de gran interés investigar el desarrollo del Factor de Intensidad de Tensiones en estos casos, y ver como evoluciona según la posición entre la carga y la fisura.

Otra vía de estudio muy interesante sería el ver la evolución detallada del Factor de Intensidad de Tensiones cuando la fisura sobrepasa el centro del eje ($\alpha > 0.5$), el cómo puede influir la tensión residual en el frente de fisura en estos casos más que en los que el frente de fisura está por debajo del centro de la sección del eje ($\alpha < 0.5$), en los que la fisura aun estando completamente cerrada se observa que puede dar resultados que solo se esperan en fisuras abiertas (valores positivos).



Capítulo 5 Presupuesto

Para la realización del presupuesto económico del Proyecto, se tienen que incluir en él los recursos humanos, los costes derivados de la utilización de las aplicaciones empleadas y de los equipos utilizados.

Para el cálculo de estos recursos es necesario saber el tiempo empleado en la realización de cada una de las tareas que contribuyen en la realización del Proyecto; y es por ello por lo que se va a exponer las actividades realizadas cronológicamente e indicando la cantidad de horas que se estima que se van a emplear para su realización.

Las horas empleadas en este Proyecto son las siguientes:

Nombre de la tarea	Fecha de inicio	Fecha de finalización	h/día	Días
1. Propuesta	M 29/03/11	M 29/03/11	0.5	1
2. Inicio y planificación del proyecto	X 30/03/11	X 30/03/11	2	1
3. Ejecución con ABAQUS	J 31/03/11	L 04/07/11		
3.1 Aprendizaje del programa	J 31/03/11	V 01/04/11	3	2
3.2 Simulación del modelo Mod1	L 04/04/11	J 14/04/11	2.5	9
3.3 Paso de datos a hoja de cálculo y representación grafica	L 18/04/11	V 22/04/11	3	5



3.4 Simulación del modelo Mod2	M 03/05/11	V 13/05/11	2.5	9
3.5 Paso de datos a hoja de cálculo y representación grafica	L 16/05/11	M 14/06/11	3	5
3.6 Simulación del modelo Mod3	X 15/06/11	L 27/06/11	2.5	9
3.7 Paso de datos a hoja de cálculo y representación grafica	M 28/06/11	L 04/07/11	3	5
4. Redacción de la memoria	L 05/09/11	V 25/11/11		
4.1 Maquetación inicial	L 05/09/11	X 07/09/11	3	3
4.2 Capitulo 1	J 08/09/11	X 21/09/11	3	10
4.3 Capitulo 2	J 22/09/11	L 03/10/11	3	8
4.4 Capitulo 3	M 04/10/11	V 14/10/11	3	9
4.5 Capitulo 4	L 17/10/11	J 20/10/11	3	4
4.6 Capitulo 5	L 24/10/11	X 26/10/11	3	3
4.7 Recapitulación de bibliografía, anexos, glosario e índices.	J 27/10/11	J 03/11/11	1	6
4.8 Maquetación final	L 07/11/11	V 25/11/11	1	15
HORA TOTALES	253			

Tabla 35. Tabla de horas empleadas en el Proyecto



Según nuestra planificación, las horas estimadas en la realización del Proyecto son 253 horas.

El presupuesto que se va a presentar, se tiene que desglosar en el tiempo que se ha invertido en el empleo de recursos humanos y en el tiempo que se ha hecho uso de los equipos y aplicaciones necesarias para la realización del Proyecto.

Así pues, se estima que los tutores del Proyecto han dedicado alrededor de 1.6 meses en la supervisión del trabajo realizado por el proyectista, que ha dedicado 7 meses en la elaboración total del Proyecto.

En cuanto los equipos utilizados, son dos, el ordenador del despacho y el ordenador personal del proyectista. El ordenador del despacho es utilizado unos 3.3 meses, no en su totalidad, ya que se comparte con personal del despacho para la realización de otros cálculos. El ordenador personal es utilizado unos 2.7 meses en la redacción del proyecto, y tampoco es de uso total para el proyecto.

Las aplicaciones que se han empleado en la realización del Proyecto son el programa ABAQUS y el programa MICROSOFT OFFICE. Se estima pues, la misma duración de utilización de las licencias con los correspondientes usos de los equipos informáticos. Esta utilización si es total, ya que estos programas no son utilizados para otro tipo de quehaceres.

Analizados estos tres puntos, el presupuesto del Proyecto que se presenta es el que a continuación se detalla, siendo el total de 32.737 euros.



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
Escuela Politécnica Superior

PRESUPUESTO DE PROYECTO

1.- Autor: Mercedes Novella Pastor

2.- Departamento: Ingeniería Mecánica

3.- Descripción del Proyecto:

- Título ANÁLISIS DEL FIT EN EJES FISURADOS DE FRENTE RECTO
- Duración (meses) 9
Tasa de costes indirectos: 20%

4.- Presupuesto total del Proyecto (valores en Euros):

32.737 Euros

5.- Desglose presupuestario (costes directos)

PERSONAL

Apellidos y nombre	N.I.F.	Categoría	Dedicación (meses) ^{a)}	(hombres)	Coste hombre mes	Coste (Euro)
Rubio Ruiz De Aguirre, M ^a Lourdes		Ingeniero Senior	0,5		4.289,54	2.144,77
Rubio Herrero, Patricia		Ingeniero Senior	1		4.289,54	4.289,54
Novella Pastor, Mercedes		Ingeniero Técnico	7		2.694,39	18.860,73
Hombres mes 8,5					Total	25.295,04

^{a)} 1 Hombre mes = 131,25 horas. Máximo anual de dedicación de 12 hombres mes (1575 horas)

Máximo anual para PDI de la Universidad Carlos III de Madrid de 8,8 hombres mes (1.155 horas)

EQUIPOS Y APLICACIONES

Descripción	Coste (Euro)	% Uso dedicado proyecto	Dedicación (meses)	Periodo de depreciación	Coste imputable ^{d)}
Ordenador despacho	2.500	80	3,30	60	110,00
Ordenador personal	600	75	2,68	60	20,10
Programa ABAQUS	33.650	100	3,30	60	1.850,75
Programa Microsoft Office	110	100	2,68	60	4,91
Total					1.985,76

^{d)} Fórmula de cálculo de la Amortización:

$$\frac{A}{B} \times C \times D$$

A = n° de meses desde la fecha de facturación en que el equipo es utilizado

B = periodo de depreciación (60 meses)

C = coste del equipo (sin IVA)

D = % del uso que se dedica al proyecto (habitualmente 100%)

6.- Resumen de costes

Presupuesto Costes Totales	Presupuesto Costes Totales
Personal	25.295
Amortización	1.986
Costes Indirectos	5.456
Total	32.737



Referencias

- [1] Albert W.A.J, Uber treibseile am harz. Archiv fur Mineralogie, Georgnosie Bergbau und Huttenkunde 10, pp 218-234, 1837.
- [2] Rankine W.J., On the cause of the unexpected breakage of the journal of railway axles and on the means of preventing such accidents by observing the law of continuity in their construction, Institution of Civil Engineers, Minutes of Proceeding, Vol 2, pp 105-108, 1843.
- [3] Wohler A., Test to determine the forces acting on railway carriage axles and the capacity of resistance of the axles, Engineering 11, pp. 199, 1871.
- [4] Gerber W., Bestimmung der zulossigen spannungen in eisen constructionen, Z. Bayer Arch. Ing. Ver. 6, 1874.
- [5] Goodman J., Mechanics Applied to engineering, Vol. 1, 1930.
- [6] Soderberg C.R., Factor of safety and working stress, Trans. ASTM, 52 (2), 1930.
- [7] Soderberg C. R., Working stresses, Trans. ASTM 57, A106, 1935.
- [8] Palmgren A., Durability of ball bearin, ADVDI. Col 68, N° 14, 1924.
- [9] Miner M. A., Cumulative Damage in Fatigue, Trans. ASME, J. of Appl. Mech., Vol 67, pp. 159, 1945.
- [10] Manson S. S., Fatigue: A complex subject-some simple approximations, Expt. Mechanics, 5 (7), pp. 193, 1965.
- [11] Manson S. S., Thermal stress and low cycle fatigue, McGraw-Hill, New York, 1966.



- [12] Manson S. S., Discussion of experimental support for generalized equation predicting low cycle fatigue, Trans. ASME, J. Basic. Engr., Vol. 84, N° 4, pp. 537, 1962
- [13] Manson S. S., Inversion of the strain-life and strain-stress relationship for use in metal fatigue analysis, Fatigue of Engineering Materials and Structures, Vol. 1, pp. 37-57, 1965.
- [14] Coffin L. F., Experimental support for generalized equation predicting low cycle fatigue, Trans. ASME, J. Basic. Engr., Vol. 84, N°4, pp. 537, 1962.
- [15] Inglis C. E., Stresses in a plate due to the presence of cracks and sharp corners, Transactions of the Institute of Naval Architects, 55, pp. 219-241, 1913.
- [16] Griffith A. A., The phenomena of rupture and flow in solids, Trans. R. Soc. (Lond.), Vol. A 221, pp. 163, 1920.
- [17] Irwin G. R., Analysis of stresses and strains near the end of a crack traversing a plate, Trans. ASME, J. Appl. Mech. Vol.24, pp. 136, 1957.
- [18] Paris P. C., The growth of fatigue cracks due to variations in load, Ph. D. Thesis, Leigh University, 1962.
- [19] Paris P. C. and Erdogan F., A critical analysis of crack propagation law, Trans. ASME, J. Basic Eng., Vol 85, N°4, pp. 528, 1963.
- [20] Elber W., Fatigue crack closure under cyclic tension, engng. Fract. Mech. 2, pp. 37-45, 1970.
- [21] Elber W., The significance of fatigue crack closure in damage tolerance in aircraft structure, Special Technical Publication 486, ASTM, Philadelphia, pp. 230-242, 1971.
- [22] Schijve J., Fatigue crack propagation in light alloy sheet material and structures, Report MP-195, National Aerospace Lab., Netherlands, 1960.
- [23] Hudson C. M., Hardrath M. F., Effects of changing stress amplitude on the rate of fatigue crack propagation in two aluminum alloys, NASA TN-D-960, 1961.
- [24] Wheeler O. E., Journal of basic engineering Vol. 94, pp 181-186, 1972.
- [25] Willemborg J., Engle F.M., Wood H.A., A crack growth retardation model using an effective stress intensity concept, WPAFB-TM-71-1. 1971.
- [26] R. Gasch, Dynamic behavior of a simple rotor with a cross-sectional crack, Vibrations in rotating machinery, ImechE Conference paper, (1979), C178-6.



[27] Paris P.C., The growth of fatigue cracks due to variations in load, Ph. D. Thesis, Leigh University, 1962.

[28] Abaqus User's Manual, Version 6.7. Hibbit Karlsson & Sorensen. Inc. 1997.

[29] Abaqus Theory Manual (V6.7) Sec. 5.2.3

<http://abaqus.civil.uwa.edu.au/docs/abaqus/v6.7/books/stm/default.htm?startat=ch05s02ath135.html#stm-ifc-coulombfric>

[30] Abaqus/CAE Analysis User's Manual (V6.7) Sec. 30.1.5

<http://abaqus.civil.uwa.edu.au/docs/abaqus/v6.7/books/usb/default.htm?startat=pt09ch30s01aus143.html#usb-cni-afriiction-stiffness>

[31] Abaqus/CAE User's Manual (V6.7) Sec. 15.14.1

<http://abaqus.civil.uwa.edu.au/docs/abaqus/v6.7/books/usi/default.htm>

[32] Abaqus/CAE Analysis User's Manual (V6.7) Sec. 30.1.5

<http://abaqus.civil.uwa.edu.au/docs/abaqus/v6.7/books/usb/default.htm?startat=pt09ch30s01aus143.html#usb-cni-afriiction-stiffness>

[33] Abaqus/CAE Analysis User's Manual (V6.7) Sec. 30.1.5

<http://abaqus.civil.uwa.edu.au/docs/abaqus/v6.7/books/usb/default.htm?startat=pt09ch30s01aus143.html#usb-cni-afriiction-rough>



Anexos

Mod1 Fisura abierta $\alpha = 0.1$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
61.0935E+03	9.20946E+03	-64.5655E+03	-145.013E+03	-232.762E+03
126.375E+03	154.691E+03	154.569E+03	154.542E+03	154.736E+03
162.962E+03	199.249E+03	198.742E+03	198.857E+03	199.169E+03
183.38E+03	223.391E+03	221.933E+03	221.918E+03	222.325E+03
198.331E+03	241.719E+03	239.685E+03	239.553E+03	239.983E+03
209.054E+03	255.356E+03	252.603E+03	252.375E+03	252.82E+03
217.053E+03	266.063E+03	262.66E+03	262.298E+03	262.763E+03
223.095E+03	274.317E+03	270.386E+03	269.902E+03	270.385E+03
227.849E+03	280.6E+03	276.316E+03	275.762E+03	276.255E+03
231.559E+03	285.089E+03	280.65E+03	280.079E+03	280.581E+03
234.344E+03	288.055E+03	283.641E+03	283.093E+03	283.604E+03
236.106E+03	289.595E+03	285.312E+03	284.813E+03	285.337E+03
236.875E+03	290.236E+03	286.084E+03	285.625E+03	286.155E+03
236.139E+03	289.526E+03	285.311E+03	284.832E+03	285.36E+03
234.439E+03	287.948E+03	283.633E+03	283.119E+03	283.638E+03
231.674E+03	284.972E+03	280.623E+03	280.089E+03	280.6E+03
227.877E+03	280.514E+03	276.256E+03	275.727E+03	276.225E+03
222.939E+03	274.332E+03	270.334E+03	269.847E+03	270.328E+03
216.737E+03	266.21E+03	262.653E+03	262.249E+03	262.708E+03
208.727E+03	255.57E+03	252.612E+03	252.331E+03	252.777E+03
198.182E+03	241.951E+03	239.705E+03	239.53E+03	239.964E+03
183.475E+03	223.607E+03	222.007E+03	221.97E+03	222.381E+03
163.163E+03	199.388E+03	198.825E+03	198.933E+03	199.243E+03
126.514E+03	154.754E+03	154.617E+03	154.583E+03	154.77E+03
054.162E+03	10.2637E+03	-41.3012E+03	-89.3392E+03	-135.816E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
61.0936E+03	25.7537E+03	-37.4385E+03	-111.152E+03	-185.25E+03
126.375E+03	154.691E+03	154.57E+03	154.543E+03	154.736E+03
162.962E+03	199.249E+03	198.742E+03	198.857E+03	199.169E+03
183.38E+03	223.391E+03	221.933E+03	221.918E+03	222.325E+03
198.331E+03	241.719E+03	239.685E+03	239.553E+03	239.983E+03
209.054E+03	255.356E+03	252.603E+03	252.376E+03	252.82E+03
217.053E+03	266.063E+03	262.66E+03	262.298E+03	262.763E+03
223.095E+03	274.317E+03	270.386E+03	269.902E+03	270.386E+03
227.849E+03	280.6E+03	276.316E+03	275.762E+03	276.255E+03
231.559E+03	285.09E+03	280.65E+03	280.079E+03	280.581E+03
234.344E+03	288.055E+03	283.641E+03	283.093E+03	283.604E+03
236.106E+03	289.595E+03	285.312E+03	284.814E+03	285.337E+03
236.875E+03	290.236E+03	286.084E+03	285.625E+03	286.155E+03
236.138E+03	289.526E+03	285.311E+03	284.832E+03	285.36E+03
234.439E+03	287.948E+03	283.633E+03	283.119E+03	283.638E+03
231.674E+03	284.972E+03	280.623E+03	280.089E+03	280.6E+03
227.876E+03	280.514E+03	276.256E+03	275.728E+03	276.225E+03
222.939E+03	274.332E+03	270.334E+03	269.847E+03	270.329E+03
216.737E+03	266.21E+03	262.653E+03	262.249E+03	262.708E+03
208.727E+03	255.57E+03	252.612E+03	252.331E+03	252.777E+03
198.182E+03	241.951E+03	239.705E+03	239.531E+03	239.964E+03
183.475E+03	223.607E+03	222.007E+03	221.971E+03	222.381E+03
163.163E+03	199.388E+03	198.826E+03	198.933E+03	199.244E+03
126.514E+03	154.754E+03	154.617E+03	154.583E+03	154.771E+03
054.1619E+03	35.6188E+03	5.3469E+03	-18.3612E+03	-48.639E+03



Mod1, Contacto “Frictionless”, $\alpha = 0.1$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
-31.0635E+03	-66.1551E+03	-80.9922E+03	-87.7638E+03	-87.8083E+03
-48.8222E+03	-103.755E+03	-132.421E+03	-155.036E+03	-173.541E+03
-45.5165E+03	-96.7394E+03	-122.552E+03	-142.411E+03	-158.514E+03
-42.9895E+03	-91.8216E+03	-115.727E+03	-133.768E+03	-147.847E+03
-40.7163E+03	-87.6994E+03	-110.34E+03	-127.103E+03	-139.757E+03
-38.7591E+03	-84.3471E+03	-106.039E+03	-121.918E+03	-133.402E+03
-36.9356E+03	-81.313E+03	-102.34E+03	-117.77E+03	-128.834E+03
-35.7461E+03	-79.2802E+03	-100.039E+03	-115.477E+03	-127.042E+03
-35.0638E+03	-78.1995E+03	-98.9938E+03	-114.816E+03	-127.414E+03
-34.8262E+03	-77.7986E+03	-98.8313E+03	-115.192E+03	-128.726E+03
-34.7483E+03	-77.7269E+03	-98.9974E+03	-115.76E+03	-129.858E+03
-34.7573E+03	-77.7757E+03	-99.1562E+03	-116.12E+03	-130.477E+03
-34.7643E+03	-77.8022E+03	-99.2151E+03	-116.222E+03	-130.599E+03
-34.8092E+03	-77.7682E+03	-99.0098E+03	-115.778E+03	-129.947E+03
-34.8412E+03	-77.8386E+03	-98.9915E+03	-115.507E+03	-129.272E+03
-34.8929E+03	-77.9781E+03	-98.9915E+03	-115.172E+03	-128.346E+03
-35.0906E+03	-78.3204E+03	-99.1927E+03	-114.973E+03	-127.335E+03
-35.713E+03	-79.0818E+03	-99.8962E+03	-115.32E+03	-126.79E+03
-36.6757E+03	-80.6201E+03	-101.465E+03	-116.781E+03	-127.858E+03
-38.1141E+03	-83.1916E+03	-104.6E+03	-120.39E+03	-132.054E+03
-39.9263E+03	-86.5327E+03	-109.105E+03	-126.074E+03	-139.232E+03
-42.327E+03	-91.0499E+03	-115.22E+03	-133.803E+03	-148.643E+03
-45.1534E+03	-96.5493E+03	-122.823E+03	-143.321E+03	-160.082E+03
-48.7586E+03	-103.932E+03	-132.927E+03	-155.853E+03	-174.509E+03
-27.0907E+03	-66.9176E+03	-94.5989E+03	-120.015E+03	-143.717E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
-30.9182E+03	-77.5923E+03	-101.746E+03	-115.065E+03	-127.735E+03
-48.6347E+03	-103.836E+03	-132.414E+03	-154.831E+03	-173.378E+03
-45.2853E+03	-97.0102E+03	-122.89E+03	-142.851E+03	-158.694E+03
-42.5544E+03	-91.8604E+03	-115.966E+03	-134.286E+03	-148.54E+03
-40.2361E+03	-87.726E+03	-110.523E+03	-127.61E+03	-140.505E+03
-38.1214E+03	-83.9737E+03	-105.775E+03	-121.916E+03	-133.604E+03
-36.5432E+03	-81.1021E+03	-102.065E+03	-117.482E+03	-128.475E+03
-35.491E+03	-79.1452E+03	-99.7186E+03	-115.128E+03	-126.741E+03
-34.997E+03	-78.1207E+03	-98.8959E+03	-114.855E+03	-127.616E+03
-34.7176E+03	-77.7238E+03	-98.7935E+03	-115.284E+03	-128.908E+03
-34.6483E+03	-77.6842E+03	-98.9707E+03	-115.783E+03	-129.877E+03
-34.7047E+03	-77.7921E+03	-99.1663E+03	-116.12E+03	-130.405E+03
-34.8159E+03	-77.8669E+03	-99.1623E+03	-116.058E+03	-130.378E+03
-34.756E+03	-77.7847E+03	-99.0205E+03	-115.776E+03	-129.875E+03
-34.7403E+03	-77.7956E+03	-98.9636E+03	-115.526E+03	-129.286E+03
-34.7834E+03	-77.9048E+03	-98.9553E+03	-115.263E+03	-128.529E+03
-35.0228E+03	-78.2425E+03	-99.1019E+03	-115.016E+03	-127.534E+03
-35.455E+03	-78.9464E+03	-99.5711E+03	-114.982E+03	-126.502E+03
-36.2839E+03	-80.409E+03	-101.178E+03	-116.483E+03	-127.47E+03
-37.4725E+03	-82.8021E+03	-104.308E+03	-120.335E+03	-132.195E+03
-39.4442E+03	-86.5474E+03	-109.269E+03	-126.578E+03	-140.001E+03
-41.8905E+03	-91.0815E+03	-115.458E+03	-134.328E+03	-149.342E+03
-44.9204E+03	-96.8204E+03	-123.164E+03	-143.768E+03	-160.274E+03
-48.5718E+03	-104.016E+03	-132.923E+03	-155.655E+03	-174.36E+03
-26.9448E+03	-84.4728E+03	-128.689E+03	-172.617E+03	-207.546E+03



Mod1, Contacto “Penalty”, $\alpha = 0.1$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
-31.015E+03	-66.1619E+03	-81.1541E+03	-88.1505E+03	-88.4814E+03
-48.8227E+03	-103.756E+03	-132.422E+03	-155.037E+03	-173.542E+03
-45.5164E+03	-96.7394E+03	-122.552E+03	-142.411E+03	-158.514E+03
-42.9897E+03	-91.8218E+03	-115.727E+03	-133.769E+03	-147.847E+03
-40.7166E+03	-87.7001E+03	-110.341E+03	-127.104E+03	-139.758E+03
-38.759E+03	-84.3473E+03	-106.039E+03	-121.918E+03	-133.403E+03
-36.9357E+03	-81.3132E+03	-102.34E+03	-117.77E+03	-128.834E+03
-35.7461E+03	-79.2802E+03	-100.039E+03	-115.477E+03	-127.042E+03
-35.0638E+03	-78.1997E+03	-98.994E+03	-114.817E+03	-127.414E+03
-34.8261E+03	-77.7987E+03	-98.8314E+03	-115.193E+03	-128.727E+03
-34.7483E+03	-77.727E+03	-98.9975E+03	-115.76E+03	-129.858E+03
-34.7574E+03	-77.7759E+03	-99.1564E+03	-116.121E+03	-130.477E+03
-34.7644E+03	-77.8023E+03	-99.2153E+03	-116.222E+03	-130.599E+03
-34.8094E+03	-77.7683E+03	-99.01E+03	-115.778E+03	-129.947E+03
-34.8412E+03	-77.8387E+03	-98.9916E+03	-115.508E+03	-129.272E+03
-34.8928E+03	-77.9781E+03	-98.9916E+03	-115.172E+03	-128.347E+03
-35.0906E+03	-78.3207E+03	-99.193E+03	-114.973E+03	-127.336E+03
-35.713E+03	-79.0819E+03	-99.8964E+03	-115.32E+03	-126.791E+03
-36.6756E+03	-80.6203E+03	-101.466E+03	-116.781E+03	-127.858E+03
-38.114E+03	-83.1919E+03	-104.6E+03	-120.39E+03	-132.055E+03
-39.9266E+03	-86.5334E+03	-109.106E+03	-126.075E+03	-139.233E+03
-42.3273E+03	-91.0503E+03	-115.221E+03	-133.803E+03	-148.644E+03
-45.1534E+03	-96.5494E+03	-122.823E+03	-143.32E+03	-160.081E+03
-48.7592E+03	-103.933E+03	-132.928E+03	-155.854E+03	-174.509E+03
-27.1395E+03	-66.9094E+03	-94.4359E+03	-119.625E+03	-143.039E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
-30.8694E+03	-77.6351E+03	-102.004E+03	-115.597E+03	-128.601E+03
-48.6341E+03	-103.835E+03	-132.413E+03	-154.83E+03	-173.377E+03
-45.2853E+03	-97.0101E+03	-122.89E+03	-142.852E+03	-158.694E+03
-42.5542E+03	-91.8601E+03	-115.966E+03	-134.286E+03	-148.539E+03
-40.2358E+03	-87.7253E+03	-110.522E+03	-127.61E+03	-140.504E+03
-38.1214E+03	-83.9735E+03	-105.775E+03	-121.916E+03	-133.604E+03
-36.5433E+03	-81.1018E+03	-102.064E+03	-117.482E+03	-128.475E+03
-35.491E+03	-79.1451E+03	-99.7184E+03	-115.128E+03	-126.741E+03
-34.997E+03	-78.1205E+03	-98.8957E+03	-114.855E+03	-127.615E+03
-34.7177E+03	-77.7237E+03	-98.7934E+03	-115.284E+03	-128.908E+03
-34.6483E+03	-77.6841E+03	-98.9706E+03	-115.783E+03	-129.877E+03
-34.7045E+03	-77.7919E+03	-99.1661E+03	-116.119E+03	-130.405E+03
-34.8158E+03	-77.8667E+03	-99.1621E+03	-116.057E+03	-130.377E+03
-34.7558E+03	-77.7845E+03	-99.0203E+03	-115.776E+03	-129.875E+03
-34.7403E+03	-77.7955E+03	-98.9634E+03	-115.526E+03	-129.285E+03
-34.7834E+03	-77.9047E+03	-98.9552E+03	-115.263E+03	-128.529E+03
-35.0229E+03	-78.2423E+03	-99.1017E+03	-115.016E+03	-127.534E+03
-35.455E+03	-78.9464E+03	-99.5711E+03	-114.982E+03	-126.502E+03
-36.2839E+03	-80.4088E+03	-101.178E+03	-116.482E+03	-127.47E+03
-37.4726E+03	-82.802E+03	-104.308E+03	-120.335E+03	-132.195E+03
-39.4439E+03	-86.5466E+03	-109.269E+03	-126.577E+03	-140.E+03
-41.8903E+03	-91.0812E+03	-115.458E+03	-134.328E+03	-149.342E+03
-44.9205E+03	-96.8204E+03	-123.164E+03	-143.768E+03	-160.275E+03
-48.5713E+03	-104.015E+03	-132.922E+03	-155.654E+03	-174.359E+03
-26.9934E+03	-84.4307E+03	-128.439E+03	-172.054E+03	-206.617E+03



Mod1, Contacto “Rough”, $\alpha = 0.1$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
-27.8849E+03	-66.0023E+03	-90.3414E+03	-110.965E+03	-128.671E+03
-48.7851E+03	-103.795E+03	-132.507E+03	-155.139E+03	-173.632E+03
-45.5266E+03	-96.792E+03	-122.61E+03	-142.461E+03	-158.563E+03
-42.9286E+03	-91.6689E+03	-115.54E+03	-133.578E+03	-147.648E+03
-40.7257E+03	-87.7241E+03	-110.352E+03	-127.104E+03	-139.755E+03
-38.7352E+03	-84.377E+03	-106.057E+03	-121.939E+03	-133.419E+03
-36.9307E+03	-81.3521E+03	-102.391E+03	-117.818E+03	-128.877E+03
-35.7176E+03	-79.2193E+03	-99.9663E+03	-115.398E+03	-126.96E+03
-35.0587E+03	-78.2354E+03	-99.0244E+03	-114.852E+03	-127.442E+03
-34.799E+03	-77.7365E+03	-98.7742E+03	-115.121E+03	-128.644E+03
-34.6857E+03	-77.7246E+03	-98.9255E+03	-115.651E+03	-129.72E+03
-34.8642E+03	-78.5491E+03	-99.7673E+03	-116.686E+03	-130.991E+03
-34.8594E+03	-78.6398E+03	-99.8816E+03	-116.853E+03	-131.178E+03
-34.8148E+03	-77.959E+03	-99.1251E+03	-115.866E+03	-130.012E+03
-34.8381E+03	-77.6907E+03	-98.8511E+03	-115.368E+03	-129.135E+03
-34.8547E+03	-77.5394E+03	-98.61E+03	-114.815E+03	-128.015E+03
-35.0663E+03	-77.7803E+03	-98.7514E+03	-114.568E+03	-126.971E+03
-35.6586E+03	-78.4508E+03	-99.381E+03	-114.85E+03	-126.369E+03
-36.64E+03	-80.1116E+03	-101.085E+03	-116.45E+03	-127.578E+03
-38.0243E+03	-82.7335E+03	-104.265E+03	-120.118E+03	-131.829E+03
-39.9298E+03	-86.4828E+03	-109.181E+03	-126.211E+03	-139.425E+03
-42.2327E+03	-90.9633E+03	-115.243E+03	-133.916E+03	-148.804E+03
-45.3756E+03	-97.3584E+03	-123.878E+03	-144.448E+03	-161.287E+03
-48.1133E+03	-103.114E+03	-132.115E+03	-155.129E+03	-173.873E+03
-27.9306E+03	-61.5504E+03	-79.3623E+03	-90.4415E+03	-96.2067E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
-25.7943E+03	-76.232E+03	-113.221E+03	-142.842E+03	-175.534E+03
-47.95E+03	-102.942E+03	-131.526E+03	-154.03E+03	-172.673E+03
-45.5194E+03	-97.8114E+03	-123.951E+03	-143.985E+03	-159.896E+03
-42.4694E+03	-91.7421E+03	-115.966E+03	-134.373E+03	-148.677E+03
-40.2647E+03	-87.6665E+03	-110.588E+03	-127.736E+03	-140.687E+03
-38.0617E+03	-83.5138E+03	-105.434E+03	-121.634E+03	-133.372E+03
-36.5301E+03	-80.6014E+03	-101.687E+03	-117.15E+03	-128.196E+03
-35.4447E+03	-78.5095E+03	-99.2003E+03	-114.654E+03	-126.318E+03
-34.9817E+03	-77.5672E+03	-98.4474E+03	-114.436E+03	-127.243E+03
-34.6959E+03	-77.2805E+03	-98.4115E+03	-114.922E+03	-128.578E+03
-34.6577E+03	-77.5365E+03	-98.833E+03	-115.646E+03	-129.746E+03
-34.7109E+03	-77.9742E+03	-99.276E+03	-116.201E+03	-130.465E+03
-34.9053E+03	-78.6968E+03	-99.8244E+03	-116.682E+03	-130.949E+03
-34.8652E+03	-78.5474E+03	-99.6257E+03	-116.336E+03	-130.383E+03
-34.6914E+03	-77.7906E+03	-98.8921E+03	-115.417E+03	-129.15E+03
-34.7768E+03	-77.8366E+03	-98.8977E+03	-115.185E+03	-128.445E+03
-35.0333E+03	-78.2664E+03	-99.1284E+03	-115.042E+03	-127.556E+03
-35.4389E+03	-78.8871E+03	-99.5031E+03	-114.907E+03	-126.426E+03
-36.2977E+03	-80.4542E+03	-101.234E+03	-116.53E+03	-127.513E+03
-37.4847E+03	-82.8289E+03	-104.32E+03	-120.346E+03	-132.201E+03
-39.4861E+03	-86.5466E+03	-109.261E+03	-126.556E+03	-139.979E+03
-41.847E+03	-90.8984E+03	-115.246E+03	-134.114E+03	-149.124E+03
-44.9449E+03	-96.8671E+03	-123.231E+03	-143.829E+03	-160.331E+03
-48.5057E+03	-104.E+03	-132.955E+03	-155.706E+03	-174.406E+03
-29.698E+03	-81.3773E+03	-112.914E+03	-137.628E+03	-150.105E+03



Mod1, Contacto “Frictionless”, $\alpha = 0.25$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
-16.3408E+03	-42.0966E+03	-55.2698E+03	-64.8931E+03	-72.2431E+03
-20.8544E+03	-51.093E+03	-66.0265E+03	-78.1949E+03	-88.8859E+03
-20.9322E+03	-50.8346E+03	-65.8952E+03	-78.0226E+03	-88.6914E+03
-20.8996E+03	-50.6714E+03	-65.7599E+03	-77.8627E+03	-88.5615E+03
-20.8498E+03	-50.5734E+03	-65.6461E+03	-77.754E+03	-88.4454E+03
-20.7904E+03	-50.4733E+03	-65.5254E+03	-77.6347E+03	-88.346E+03
-20.7439E+03	-50.3522E+03	-65.4155E+03	-77.5253E+03	-88.2368E+03
-20.6961E+03	-50.2711E+03	-65.3175E+03	-77.4357E+03	-88.1647E+03
-20.6691E+03	-50.1787E+03	-65.2382E+03	-77.354E+03	-88.0926E+03
-20.6316E+03	-50.1007E+03	-65.1491E+03	-77.275E+03	-88.0298E+03
-20.5825E+03	-50.0277E+03	-65.0683E+03	-77.2056E+03	-87.9667E+03
-20.4478E+03	-50.0391E+03	-64.965E+03	-77.1576E+03	-87.9199E+03
-20.3701E+03	-50.0329E+03	-64.9142E+03	-77.1263E+03	-87.8896E+03
-20.4491E+03	-50.0389E+03	-64.9651E+03	-77.1578E+03	-87.9195E+03
-20.5861E+03	-50.0263E+03	-65.0687E+03	-77.2057E+03	-87.9665E+03
-20.6357E+03	-50.0948E+03	-65.1482E+03	-77.2727E+03	-88.0285E+03
-20.6715E+03	-50.1698E+03	-65.235E+03	-77.3481E+03	-88.0893E+03
-20.7048E+03	-50.2706E+03	-65.3208E+03	-77.4358E+03	-88.168E+03
-20.7502E+03	-50.3545E+03	-65.4197E+03	-77.5279E+03	-88.2412E+03
-20.7869E+03	-50.4688E+03	-65.5219E+03	-77.6309E+03	-88.3426E+03
-20.8523E+03	-50.5712E+03	-65.6463E+03	-77.7535E+03	-88.4454E+03
-20.9045E+03	-50.6705E+03	-65.7616E+03	-77.8637E+03	-88.563E+03
-20.9303E+03	-50.8357E+03	-65.8941E+03	-78.0231E+03	-88.6908E+03
-20.8452E+03	-51.1005E+03	-66.0238E+03	-78.1982E+03	-88.8841E+03
-16.3632E+03	-42.1672E+03	-55.3235E+03	-64.9396E+03	-72.2607E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
-16.3216E+03	-30.216E+03	-44.3432E+03	-46.4213E+03	-51.6998E+03
-20.8417E+03	-51.098E+03	-66.0254E+03	-78.1956E+03	-88.8864E+03
-20.9194E+03	-50.8455E+03	-65.8971E+03	-78.0288E+03	-88.6937E+03
-20.9098E+03	-50.701E+03	-65.782E+03	-77.8854E+03	-88.5851E+03
-20.839E+03	-50.5605E+03	-65.6333E+03	-77.7438E+03	-88.4322E+03
-20.8024E+03	-50.4718E+03	-65.5343E+03	-77.6416E+03	-88.3559E+03
-20.7509E+03	-50.347E+03	-65.4138E+03	-77.5243E+03	-88.2339E+03
-20.7084E+03	-50.2792E+03	-65.3266E+03	-77.4429E+03	-88.1739E+03
-20.6622E+03	-50.1622E+03	-65.2223E+03	-77.3406E+03	-88.075E+03
-20.6375E+03	-50.1036E+03	-65.1543E+03	-77.2791E+03	-88.0351E+03
-20.5657E+03	-50.0152E+03	-65.0519E+03	-77.1935E+03	-87.949E+03
-20.4521E+03	-50.0544E+03	-64.9772E+03	-77.1688E+03	-87.933E+03
-20.3677E+03	-50.0385E+03	-64.9132E+03	-77.1281E+03	-87.887E+03
-20.4535E+03	-50.0542E+03	-64.9774E+03	-77.1689E+03	-87.9327E+03
-20.5696E+03	-50.0134E+03	-65.0526E+03	-77.1931E+03	-87.9494E+03
-20.6418E+03	-50.0974E+03	-65.1536E+03	-77.2765E+03	-88.0341E+03
-20.6646E+03	-50.1535E+03	-65.2191E+03	-77.3348E+03	-88.0716E+03
-20.717E+03	-50.2789E+03	-65.3298E+03	-77.4431E+03	-88.1772E+03
-20.757E+03	-50.3497E+03	-65.418E+03	-77.527E+03	-88.2383E+03
-20.7989E+03	-50.4676E+03	-65.5308E+03	-77.6381E+03	-88.3526E+03
-20.8416E+03	-50.5584E+03	-65.6337E+03	-77.7434E+03	-88.4325E+03
-20.9151E+03	-50.6999E+03	-65.784E+03	-77.8862E+03	-88.5871E+03
-20.9177E+03	-50.8466E+03	-65.8962E+03	-78.0293E+03	-88.6934E+03
-20.8324E+03	-51.1058E+03	-66.0229E+03	-78.1992E+03	-88.8847E+03
-16.3438E+03	-35.3283E+03	-42.9744E+03	-49.4096E+03	-54.1395E+03



Mod1, Contacto “Penalty”, $\alpha = 0.25$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
-16.3449E+03	-42.1039E+03	-55.2768E+03	-64.8981E+03	-72.2454E+03
-20.8545E+03	-51.0931E+03	-66.0266E+03	-78.195E+03	-88.886E+03
-20.9321E+03	-50.8346E+03	-65.8952E+03	-78.0226E+03	-88.6914E+03
-20.8996E+03	-50.6716E+03	-65.76E+03	-77.8629E+03	-88.5617E+03
-20.8499E+03	-50.5735E+03	-65.6462E+03	-77.7542E+03	-88.4455E+03
-20.7904E+03	-50.4734E+03	-65.5256E+03	-77.6349E+03	-88.3462E+03
-20.7439E+03	-50.3523E+03	-65.4156E+03	-77.5254E+03	-88.237E+03
-20.6961E+03	-50.2713E+03	-65.3177E+03	-77.4358E+03	-88.1649E+03
-20.6691E+03	-50.1788E+03	-65.2384E+03	-77.3542E+03	-88.0927E+03
-20.6316E+03	-50.1008E+03	-65.1492E+03	-77.2751E+03	-88.0299E+03
-20.5825E+03	-50.0278E+03	-65.0684E+03	-77.2058E+03	-87.9668E+03
-20.4478E+03	-50.0391E+03	-64.9651E+03	-77.1577E+03	-87.92E+03
-20.3701E+03	-50.033E+03	-64.9143E+03	-77.1264E+03	-87.8898E+03
-20.4491E+03	-50.039E+03	-64.9652E+03	-77.1579E+03	-87.9197E+03
-20.5861E+03	-50.0264E+03	-65.0688E+03	-77.2058E+03	-87.9667E+03
-20.6357E+03	-50.0949E+03	-65.1483E+03	-77.2729E+03	-88.0286E+03
-20.6715E+03	-50.17E+03	-65.2352E+03	-77.3483E+03	-88.0894E+03
-20.7049E+03	-50.2708E+03	-65.3209E+03	-77.436E+03	-88.1682E+03
-20.7502E+03	-50.3547E+03	-65.4198E+03	-77.528E+03	-88.2414E+03
-20.787E+03	-50.4689E+03	-65.522E+03	-77.6311E+03	-88.3428E+03
-20.8524E+03	-50.5713E+03	-65.6464E+03	-77.7537E+03	-88.4455E+03
-20.9046E+03	-50.6706E+03	-65.7617E+03	-77.8638E+03	-88.5632E+03
-20.9303E+03	-50.8357E+03	-65.8941E+03	-78.023E+03	-88.6908E+03
-20.8453E+03	-51.1006E+03	-66.0239E+03	-78.1982E+03	-88.8841E+03
-16.3587E+03	-42.1588E+03	-55.3159E+03	-64.9337E+03	-72.2576E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
-16.3261E+03	-30.2271E+03	-44.3519E+03	-46.4298E+03	-51.7035E+03
-20.8417E+03	-51.0979E+03	-66.0254E+03	-78.1955E+03	-88.8864E+03
-20.9195E+03	-50.8455E+03	-65.8972E+03	-78.0289E+03	-88.6937E+03
-20.9098E+03	-50.7009E+03	-65.7819E+03	-77.8852E+03	-88.585E+03
-20.8389E+03	-50.5604E+03	-65.6331E+03	-77.7436E+03	-88.4321E+03
-20.8024E+03	-50.4716E+03	-65.5341E+03	-77.6414E+03	-88.3557E+03
-20.7509E+03	-50.3469E+03	-65.4137E+03	-77.5241E+03	-88.2338E+03
-20.7083E+03	-50.2791E+03	-65.3264E+03	-77.4427E+03	-88.1737E+03
-20.6622E+03	-50.1621E+03	-65.2221E+03	-77.3404E+03	-88.0748E+03
-20.6375E+03	-50.1035E+03	-65.1542E+03	-77.279E+03	-88.035E+03
-20.5657E+03	-50.0151E+03	-65.0518E+03	-77.1933E+03	-87.9489E+03
-20.4521E+03	-50.0543E+03	-64.9771E+03	-77.1686E+03	-87.9329E+03
-20.3677E+03	-50.0384E+03	-64.9131E+03	-77.128E+03	-87.8869E+03
-20.4535E+03	-50.0541E+03	-64.9773E+03	-77.1687E+03	-87.9326E+03
-20.5696E+03	-50.0133E+03	-65.0524E+03	-77.1929E+03	-87.9492E+03
-20.6418E+03	-50.0973E+03	-65.1535E+03	-77.2764E+03	-88.034E+03
-20.6646E+03	-50.1534E+03	-65.2189E+03	-77.3346E+03	-88.0714E+03
-20.717E+03	-50.2788E+03	-65.3296E+03	-77.4429E+03	-88.177E+03
-20.757E+03	-50.3495E+03	-65.4178E+03	-77.5269E+03	-88.2382E+03
-20.7989E+03	-50.4674E+03	-65.5306E+03	-77.6379E+03	-88.3523E+03
-20.8415E+03	-50.5583E+03	-65.6335E+03	-77.7432E+03	-88.4324E+03
-20.915E+03	-50.6998E+03	-65.7839E+03	-77.8861E+03	-88.587E+03
-20.9178E+03	-50.8466E+03	-65.8962E+03	-78.0293E+03	-88.6934E+03
-20.8324E+03	-51.1057E+03	-66.0228E+03	-78.1991E+03	-88.8846E+03
-16.3396E+03	-35.3205E+03	-42.9666E+03	-49.4037E+03	-54.1362E+03



Mod1, Contacto “Rough”, $\alpha = 0.25$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
-15.7064E+03	-40.9915E+03	-54.2061E+03	-64.0887E+03	-71.8408E+03
-20.8505E+03	-51.1228E+03	-66.0459E+03	-78.2158E+03	-88.9064E+03
-20.9296E+03	-50.8106E+03	-65.8887E+03	-78.0228E+03	-88.6959E+03
-20.8986E+03	-50.5906E+03	-65.684E+03	-77.7819E+03	-88.4825E+03
-20.8539E+03	-50.6389E+03	-65.6928E+03	-77.7992E+03	-88.486E+03
-20.7933E+03	-50.534E+03	-65.5876E+03	-77.6992E+03	-88.4095E+03
-20.7413E+03	-50.2828E+03	-65.3599E+03	-77.4702E+03	-88.1862E+03
-20.6986E+03	-50.2353E+03	-65.2865E+03	-77.4033E+03	-88.1349E+03
-20.673E+03	-50.215E+03	-65.2701E+03	-77.3852E+03	-88.1217E+03
-20.6251E+03	-50.1143E+03	-65.1566E+03	-77.2789E+03	-88.0287E+03
-20.5844E+03	-50.1203E+03	-65.1434E+03	-77.281E+03	-88.0361E+03
-20.4475E+03	-50.0251E+03	-64.957E+03	-77.1527E+03	-87.9177E+03
-20.3741E+03	-49.8789E+03	-64.7893E+03	-77.0034E+03	-87.7787E+03
-20.4497E+03	-49.9913E+03	-64.9305E+03	-77.1261E+03	-87.8929E+03
-20.5856E+03	-50.1198E+03	-65.1447E+03	-77.283E+03	-88.038E+03
-20.6309E+03	-50.1428E+03	-65.1831E+03	-77.3054E+03	-88.0548E+03
-20.6716E+03	-50.154E+03	-65.2196E+03	-77.3313E+03	-88.0719E+03
-20.7048E+03	-50.2581E+03	-65.3136E+03	-77.4292E+03	-88.1629E+03
-20.751E+03	-50.3537E+03	-65.4185E+03	-77.5272E+03	-88.2409E+03
-20.7856E+03	-50.4774E+03	-65.5328E+03	-77.6408E+03	-88.3517E+03
-20.856E+03	-50.619E+03	-65.6847E+03	-77.7926E+03	-88.4821E+03
-20.905E+03	-50.6179E+03	-65.7088E+03	-77.8087E+03	-88.5096E+03
-20.9258E+03	-50.8044E+03	-65.8782E+03	-78.0115E+03	-88.6827E+03
-20.8453E+03	-51.127E+03	-66.044E+03	-78.2198E+03	-88.9066E+03
-17.0697E+03	-43.4717E+03	-56.4891E+03	-65.8134E+03	-72.7077E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
-15.6971E+03	-28.6812E+03	-43.0692E+03	-45.194E+03	-51.1833E+03
-20.8406E+03	-51.1227E+03	-66.0437E+03	-78.2154E+03	-88.907E+03
-20.9186E+03	-50.8118E+03	-65.8818E+03	-78.0162E+03	-88.6852E+03
-20.9132E+03	-50.6428E+03	-65.7285E+03	-77.8267E+03	-88.5294E+03
-20.8418E+03	-50.6063E+03	-65.6691E+03	-77.7801E+03	-88.4662E+03
-20.7977E+03	-50.481E+03	-65.5419E+03	-77.6498E+03	-88.3619E+03
-20.7502E+03	-50.3461E+03	-65.411E+03	-77.522E+03	-88.2318E+03
-20.7081E+03	-50.2656E+03	-65.3176E+03	-77.4344E+03	-88.1666E+03
-20.6629E+03	-50.1463E+03	-65.2063E+03	-77.3227E+03	-88.0565E+03
-20.634E+03	-50.1515E+03	-65.1894E+03	-77.3109E+03	-88.0612E+03
-20.5662E+03	-50.1073E+03	-65.1271E+03	-77.2692E+03	-88.0191E+03
-20.4545E+03	-50.005E+03	-64.9424E+03	-77.1355E+03	-87.9057E+03
-20.3742E+03	-49.8826E+03	-64.7887E+03	-77.004E+03	-87.7754E+03
-20.4545E+03	-50.0387E+03	-64.969E+03	-77.1625E+03	-87.9298E+03
-20.5707E+03	-50.1057E+03	-65.1264E+03	-77.2671E+03	-88.0174E+03
-20.6332E+03	-50.1137E+03	-65.1603E+03	-77.2806E+03	-88.0327E+03
-20.6658E+03	-50.1925E+03	-65.2494E+03	-77.3658E+03	-88.0995E+03
-20.7183E+03	-50.2438E+03	-65.2977E+03	-77.4098E+03	-88.1459E+03
-20.7529E+03	-50.2812E+03	-65.3614E+03	-77.4711E+03	-88.1864E+03
-20.7973E+03	-50.5289E+03	-65.5887E+03	-77.7005E+03	-88.4122E+03
-20.8427E+03	-50.6222E+03	-65.6765E+03	-77.7853E+03	-88.4695E+03
-20.9154E+03	-50.6147E+03	-65.7066E+03	-77.8019E+03	-88.5055E+03
-20.9194E+03	-50.8198E+03	-65.89E+03	-78.0282E+03	-88.6974E+03
-20.8312E+03	-51.1316E+03	-66.0417E+03	-78.2177E+03	-88.9039E+03
-17.051E+03	-36.6794E+03	-44.2518E+03	-50.4025E+03	-54.7138E+03



Mod1, Contacto “Frictionless”, $\alpha = 0.5$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
57.5719	-810.24	-1.87518E+03	-3.19781E+03	-4.59724E+03
-352.592	-1.3218E+03	-2.31934E+03	-3.60116E+03	-5.00489E+03
-368.108	-1.23036E+03	-2.25985E+03	-3.51006E+03	-4.91469E+03
-360.7	-1.17297E+03	-2.21256E+03	-3.44607E+03	-4.84717E+03
-339.064	-1.1397E+03	-2.17523E+03	-3.40262E+03	-4.79814E+03
-320.127	-1.11557E+03	-2.14883E+03	-3.37392E+03	-4.76378E+03
-302.885	-1.09153E+03	-2.12919E+03	-3.35161E+03	-4.73971E+03
-287.253	-1.0768E+03	-2.11748E+03	-3.3405E+03	-4.72563E+03
-275.372	-1.0624E+03	-2.11082E+03	-3.33287E+03	-4.71845E+03
-265.27	-1.05231E+03	-2.10719E+03	-3.33048E+03	-4.71461E+03
-239.289	-1.05276E+03	-2.09897E+03	-3.32965E+03	-4.70973E+03
-188.567	-1.08105E+03	-2.08691E+03	-3.33782E+03	-4.70427E+03
-157.741	-1.09647E+03	-2.07826E+03	-3.33948E+03	-4.69946E+03
-187.028	-1.08078E+03	-2.08651E+03	-3.33788E+03	-4.70424E+03
-237.621	-1.05211E+03	-2.09872E+03	-3.32987E+03	-4.71014E+03
-263.69	-1.05126E+03	-2.10702E+03	-3.3307E+03	-4.71525E+03
-273.617	-1.06172E+03	-2.11077E+03	-3.33335E+03	-4.71923E+03
-286.213	-1.07729E+03	-2.11807E+03	-3.34169E+03	-4.72686E+03
-304.318	-1.09312E+03	-2.131E+03	-3.35359E+03	-4.74182E+03
-323.75	-1.11743E+03	-2.1515E+03	-3.37625E+03	-4.76652E+03
-341.179	-1.14035E+03	-2.17678E+03	-3.4039E+03	-4.79979E+03
-359.324	-1.17205E+03	-2.21206E+03	-3.44577E+03	-4.84698E+03
-366.736	-1.22961E+03	-2.25941E+03	-3.50973E+03	-4.91449E+03
-355.029	-1.3223E+03	-2.32091E+03	-3.60186E+03	-5.00641E+03
51.8591	-806.973	-1.86637E+03	-3.18011E+03	-4.57273E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
62.385	-809.804	-1.87387E+03	-3.19764E+03	-4.59655E+03
-348.525	-1.32169E+03	-2.31823E+03	-3.6007E+03	-5.00421E+03
-369.204	-1.23322E+03	-2.26162E+03	-3.51197E+03	-4.91629E+03
-364.84	-1.17664E+03	-2.21596E+03	-3.44903E+03	-4.85027E+03
-338.815	-1.13926E+03	-2.17509E+03	-3.40252E+03	-4.7981E+03
-316.948	-1.11258E+03	-2.14644E+03	-3.37188E+03	-4.76183E+03
-303.284	-1.09028E+03	-2.12902E+03	-3.3513E+03	-4.73973E+03
-288.759	-1.07634E+03	-2.11803E+03	-3.34075E+03	-4.72627E+03
-273.61	-1.06026E+03	-2.10916E+03	-3.33141E+03	-4.717E+03
-263.784	-1.05055E+03	-2.10588E+03	-3.32921E+03	-4.71348E+03
-240.783	-1.05318E+03	-2.09949E+03	-3.32996E+03	-4.71001E+03
-192.314	-1.08359E+03	-2.089E+03	-3.33945E+03	-4.70578E+03
-162.201	-1.09976E+03	-2.08084E+03	-3.3416E+03	-4.70128E+03
-190.789	-1.0833E+03	-2.08862E+03	-3.33951E+03	-4.70576E+03
-239.146	-1.05252E+03	-2.09927E+03	-3.33017E+03	-4.71044E+03
-262.224	-1.04949E+03	-2.10574E+03	-3.32942E+03	-4.71416E+03
-271.851	-1.05961E+03	-2.10912E+03	-3.33193E+03	-4.7178E+03
-287.746	-1.07684E+03	-2.11865E+03	-3.34195E+03	-4.72754E+03
-304.804	-1.09185E+03	-2.13086E+03	-3.35332E+03	-4.74188E+03
-320.631	-1.11443E+03	-2.14917E+03	-3.37423E+03	-4.76463E+03
-340.913	-1.13998E+03	-2.17666E+03	-3.40385E+03	-4.7998E+03
-363.464	-1.17576E+03	-2.21551E+03	-3.44877E+03	-4.85015E+03
-367.876	-1.2325E+03	-2.26123E+03	-3.51171E+03	-4.91616E+03
-350.992	-1.32221E+03	-2.31986E+03	-3.60145E+03	-5.00581E+03
59.2637	-803.891	-1.86287E+03	-3.17715E+03	-4.56989E+03



Mod1, Contacto “Penalty”, $\alpha = 0.5$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
57.645	-809.981	-1.87476E+03	-3.19721E+03	-4.59644E+03
-352.545	-1.32172E+03	-2.31925E+03	-3.60105E+03	-5.00477E+03
-368.077	-1.23032E+03	-2.2598E+03	-3.51E+03	-4.91462E+03
-360.68	-1.17296E+03	-2.21254E+03	-3.44604E+03	-4.84714E+03
-339.059	-1.1397E+03	-2.17523E+03	-3.40261E+03	-4.79813E+03
-320.13	-1.11558E+03	-2.14884E+03	-3.37393E+03	-4.76379E+03
-302.882	-1.09154E+03	-2.1292E+03	-3.35162E+03	-4.73972E+03
-287.254	-1.07682E+03	-2.1175E+03	-3.34052E+03	-4.72565E+03
-275.377	-1.06243E+03	-2.11085E+03	-3.33289E+03	-4.71848E+03
-265.273	-1.05234E+03	-2.10722E+03	-3.3305E+03	-4.71464E+03
-239.286	-1.05278E+03	-2.09899E+03	-3.32967E+03	-4.70975E+03
-188.559	-1.08107E+03	-2.08693E+03	-3.33784E+03	-4.70429E+03
-157.728	-1.09648E+03	-2.07828E+03	-3.3395E+03	-4.69947E+03
-187.019	-1.0808E+03	-2.08653E+03	-3.3379E+03	-4.70426E+03
-237.615	-1.05213E+03	-2.09874E+03	-3.32989E+03	-4.71016E+03
-263.685	-1.05128E+03	-2.10704E+03	-3.33072E+03	-4.71527E+03
-273.611	-1.06174E+03	-2.11078E+03	-3.33337E+03	-4.71924E+03
-286.208	-1.07731E+03	-2.11808E+03	-3.3417E+03	-4.72687E+03
-304.311	-1.09313E+03	-2.131E+03	-3.3536E+03	-4.74183E+03
-323.742	-1.11744E+03	-2.15151E+03	-3.37625E+03	-4.76652E+03
-341.167	-1.14034E+03	-2.17677E+03	-3.40388E+03	-4.79977E+03
-359.309	-1.17203E+03	-2.21203E+03	-3.44574E+03	-4.84694E+03
-366.714	-1.22957E+03	-2.25937E+03	-3.50968E+03	-4.91443E+03
-354.995	-1.32223E+03	-2.32082E+03	-3.60176E+03	-5.0063E+03
51.9198	-806.986	-1.86654E+03	-3.18045E+03	-4.57326E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
62.3245	-809.791	-1.87369E+03	-3.1973E+03	-4.59602E+03
-348.56	-1.32176E+03	-2.31831E+03	-3.6008E+03	-5.00431E+03
-369.226	-1.23325E+03	-2.26166E+03	-3.51203E+03	-4.91635E+03
-364.856	-1.17666E+03	-2.21598E+03	-3.44906E+03	-4.8503E+03
-338.827	-1.13927E+03	-2.1751E+03	-3.40253E+03	-4.79812E+03
-316.955	-1.11258E+03	-2.14644E+03	-3.37189E+03	-4.76184E+03
-303.29	-1.09027E+03	-2.12901E+03	-3.3513E+03	-4.73973E+03
-288.763	-1.07632E+03	-2.11801E+03	-3.34073E+03	-4.72625E+03
-273.615	-1.06024E+03	-2.10915E+03	-3.3314E+03	-4.71699E+03
-263.788	-1.05053E+03	-2.10586E+03	-3.32919E+03	-4.71346E+03
-240.789	-1.05316E+03	-2.09947E+03	-3.32994E+03	-4.70999E+03
-192.322	-1.08357E+03	-2.08898E+03	-3.33943E+03	-4.70576E+03
-162.214	-1.09975E+03	-2.08082E+03	-3.34158E+03	-4.70126E+03
-190.797	-1.08328E+03	-2.0886E+03	-3.33949E+03	-4.70574E+03
-239.148	-1.0525E+03	-2.09925E+03	-3.33015E+03	-4.71042E+03
-262.22	-1.04947E+03	-2.10571E+03	-3.3294E+03	-4.71413E+03
-271.845	-1.05958E+03	-2.10909E+03	-3.3319E+03	-4.71777E+03
-287.744	-1.07682E+03	-2.11862E+03	-3.34193E+03	-4.72752E+03
-304.807	-1.09183E+03	-2.13085E+03	-3.35331E+03	-4.74187E+03
-320.629	-1.11442E+03	-2.14915E+03	-3.37423E+02	-4.76462E+03
-340.918	-1.13997E+03	-2.17667E+03	-3.40386E+03	-4.79981E+03
-363.484	-1.17578E+03	-2.21553E+03	-3.44879E+03	-4.85018E+03
-367.906	-1.23253E+03	-2.26127E+03	-3.51176E+03	-4.91622E+03
-351.039	-1.3223E+03	-2.31996E+03	-3.60156E+03	-5.00593E+03
59.1901	-804.149	-1.86329E+03	-3.17776E+03	-4.57069E+03



Mod1, Contacto “Rough”, $\alpha = 0.5$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
87.9568	-1.09693E+03	-2.05927E+03	-3.3323E+03	-4.66573E+03
-348.225	-1.40741E+03	-2.38136E+03	-3.65919E+03	-5.05716E+03
-359.713	-969.022	-2.06141E+03	-3.32429E+03	-4.75268E+03
-348.148	-880.671	-1.98594E+03	-3.23088E+03	-4.65676E+03
-346.473	-1.20493E+03	-2.23006E+03	-3.45977E+03	-4.85304E+03
-330.568	-1.31133E+03	-2.30295E+03	-3.51881E+03	-4.89314E+03
-295.591	-1.12397E+03	-2.14458E+03	-3.3628E+03	-4.7435E+03
-290.583	-1.03426E+03	-2.09041E+03	-3.31089E+03	-4.69799E+03
-255.201	-1.09925E+03	-2.11802E+03	-3.32577E+03	-4.69439E+03
-288.577	-1.57932E+03	-2.51794E+03	-3.71589E+03	-5.05458E+03
-252.712	-1.41338E+03	-2.37597E+03	-3.59154E+03	-4.94116E+03
-178.721	-804.042	-1.87337E+03	-3.13282E+03	-4.52477E+03
-156.469	-572.383	-1.69409E+03	-2.99181E+03	-4.41316E+03
-179.396	-491.687	-1.647E+03	-2.9376E+03	-4.37042E+03
-231.655	-649.287	-1.7972E+03	-3.05122E+03	-4.47263E+03
-262.1	-1.12426E+03	-2.15705E+03	-3.37511E+03	-4.75112E+03
-290.078	-1.59103E+03	-2.51407E+03	-3.70507E+03	-5.03845E+03
-292.577	-1.63523E+03	-2.53081E+03	-3.71549E+03	-5.03938E+03
-314.744	-1.4536E+03	-2.40609E+03	-3.60547E+03	-4.95665E+03
-323.899	-1.06044E+03	-2.10915E+03	-3.33806E+03	-4.73431E+03
-329.137	-702.151	-1.84691E+03	-3.10009E+03	-4.53967E+03
-349.367	-679.276	-1.84158E+03	-3.10817E+03	-4.56107E+03
-350.257	-939.754	-2.03666E+03	-3.30045E+03	-4.73135E+03
-358.47	-1.61293E+03	-2.53614E+03	-3.79907E+03	-5.17657E+03
0067.4194	-1.45676E+03	-2.36787E+03	-3.66681E+03	-5.03069E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
77.1542	-1.41028E+03	-2.26651E+03	-3.50753E+03	-4.80678E+03
-353.005	-1.61211E+03	-2.53356E+03	-3.79771E+03	-5.17423E+03
-354.734	-943.805	-2.03989E+03	-3.30325E+03	-4.73381E+03
-357.348	-684.68	-1.84685E+03	-3.11227E+03	-4.5653E+03
-328.426	-701.705	-1.84581E+03	-3.09901E+03	-4.53828E+03
-318.264	-1.05621E+03	-2.1042E+03	-3.33372E+03	-4.72954E+03
-314.852	-1.45166E+03	-2.40453E+03	-3.60352E+03	-4.95483E+03
-293.911	-1.63387E+03	-2.52989E+03	-3.71381E+03	-5.03796E+03
-286.184	-1.58741E+03	-2.50986E+03	-3.7009E+03	-5.03394E+03
-258.495	-1.12142E+03	-2.15354E+03	-3.37159E+03	-4.74729E+03
-232.578	-648.984	-1.79653E+03	-3.05002E+03	-4.47122E+03
-183.922	-493.899	-1.64905E+03	-2.93868E+03	-4.3715E+03
-160.96	-575.416	-1.69671E+03	-2.99382E+03	-4.41494E+03
-180.583	-805.952	-1.87505E+03	-3.13446E+03	-4.52629E+03
-250.21	-1.41203E+03	-2.37492E+03	-3.59101E+03	-4.9408E+03
-286.317	-1.57712E+03	-2.51669E+03	-3.71517E+03	-5.0544E+03
-256.89	-1.09995E+03	-2.11968E+03	-3.32798E+03	-4.69686E+03
-291.943	-1.03475E+03	-2.09176E+03	-3.31247E+03	-4.69997E+03
-296.996	-1.12455E+03	-2.14619E+03	-3.36463E+03	-4.74572E+03
-330.562	-1.31039E+03	-2.30301E+03	-3.51912E+03	-4.89386E+03
-347.345	-1.20484E+03	-2.23078E+03	-3.46046E+03	-4.85406E+03
-351.172	-883.157	-1.98891E+03	-3.23344E+03	-4.6596E+03
-359.643	-970.31	-2.06238E+03	-3.32533E+03	-4.75357E+03
-346.678	-1.40718E+03	-2.38159E+03	-3.65908E+03	-5.05768E+03
89.4738	-1.13956E+03	-2.15575E+03	-3.48821E+03	-4.88588E+03



Mod2 Fisura abierta $\alpha = 0.25$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
106.398E+03	170.886E+03	130.435E+03	80.4703E+03	24.6473E+03
153.131E+03	276.267E+03	281.439E+03	282.24E+03	282.459E+03
187.123E+03	327.414E+03	332.515E+03	333.498E+03	333.85E+03
207.499E+03	352.274E+03	356.962E+03	358.005E+03	358.392E+03
225.146E+03	371.669E+03	376.014E+03	377.167E+03	377.591E+03
239.055E+03	385.306E+03	389.529E+03	390.676E+03	391.136E+03
250.461E+03	396.204E+03	400.441E+03	401.656E+03	402.126E+03
258.736E+03	404.458E+03	408.738E+03	409.941E+03	410.436E+03
264.397E+03	410.82E+03	415.137E+03	416.369E+03	416.855E+03
267.644E+03	415.391E+03	419.716E+03	420.925E+03	421.414E+03
269.34E+03	418.667E+03	423.003E+03	424.203E+03	424.661E+03
269.629E+03	420.404E+03	424.775E+03	425.946E+03	426.408E+03
269.766E+03	421.362E+03	425.746E+03	426.906E+03	427.343E+03
269.681E+03	420.432E+03	424.803E+03	425.968E+03	426.43E+03
269.474E+03	418.716E+03	423.054E+03	424.241E+03	424.702E+03
267.865E+03	415.431E+03	419.763E+03	420.96E+03	421.45E+03
264.573E+03	410.774E+03	415.091E+03	416.318E+03	416.809E+03
258.861E+03	404.492E+03	408.738E+03	409.934E+03	410.432E+03
250.005E+03	396.037E+03	400.257E+03	401.511E+03	402.001E+03
237.904E+03	385.294E+03	389.508E+03	390.68E+03	391.134E+03
223.574E+03	371.829E+03	376.206E+03	377.382E+03	377.78E+03
206.097E+03	352.384E+03	357.171E+03	358.251E+03	358.614E+03
186.266E+03	327.377E+03	332.608E+03	333.643E+03	333.984E+03
152.708E+03	276.002E+03	281.279E+03	282.139E+03	282.361E+03
106.181E+03	170.694E+03	130.339E+03	80.4583E+03	24.6512E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
106.469E+03	180.117E+03	132.969E+03	76.3366E+03	24.5621E+03
153.192E+03	276.33E+03	281.491E+03	282.269E+03	282.488E+03
187.128E+03	327.41E+03	332.492E+03	333.465E+03	333.811E+03
207.459E+03	352.225E+03	356.903E+03	357.947E+03	358.328E+03
225.115E+03	371.64E+03	375.982E+03	377.142E+03	377.562E+03
239.03E+03	385.286E+03	389.51E+03	390.663E+03	391.122E+03
250.437E+03	396.184E+03	400.422E+03	401.643E+03	402.113E+03
258.715E+03	404.44E+03	408.721E+03	409.93E+03	410.425E+03
264.375E+03	410.803E+03	415.12E+03	416.358E+03	416.844E+03
267.624E+03	415.375E+03	419.7E+03	420.915E+03	421.403E+03
269.322E+03	418.653E+03	422.99E+03	424.194E+03	424.652E+03
269.613E+03	420.391E+03	424.764E+03	425.939E+03	426.401E+03
269.751E+03	421.35E+03	425.736E+03	426.899E+03	427.337E+03
269.665E+03	420.419E+03	424.791E+03	425.96E+03	426.423E+03
269.456E+03	418.702E+03	423.04E+03	424.233E+03	424.693E+03
267.844E+03	415.415E+03	419.747E+03	420.951E+03	421.439E+03
264.552E+03	410.757E+03	415.074E+03	416.307E+03	416.798E+03
258.839E+03	404.474E+03	408.722E+03	409.922E+03	410.421E+03
249.981E+03	396.018E+03	400.239E+03	401.498E+03	401.988E+03
237.88E+03	385.274E+03	389.489E+03	390.667E+03	391.12E+03
223.543E+03	371.8E+03	376.174E+03	377.356E+03	377.751E+03
206.057E+03	352.334E+03	357.111E+03	358.193E+03	358.549E+03
186.27E+03	327.374E+03	332.585E+03	333.611E+03	333.945E+03
152.77E+03	276.065E+03	281.332E+03	282.168E+03	282.39E+03
106.251E+03	185.251E+03	144.561E+03	99.4413E+03	48.1844E+03



Mod2, Contacto “Frictionless”, $\alpha = 0.1$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
-29.0606E+03	-66.4635E+03	-87.699E+03	-103.795E+03	-115.715E+03
-48.8258E+03	-103.752E+03	-132.42E+03	-155.034E+03	-173.54E+03
-45.517E+03	-96.7368E+03	-122.549E+03	-142.408E+03	-158.511E+03
-42.9893E+03	-91.8215E+03	-115.727E+03	-133.769E+03	-147.847E+03
-40.7151E+03	-87.6963E+03	-110.336E+03	-127.098E+03	-139.75E+03
-38.7588E+03	-84.3474E+03	-106.039E+03	-121.919E+03	-133.404E+03
-36.9343E+03	-81.3101E+03	-102.336E+03	-117.765E+03	-128.827E+03
-35.7455E+03	-79.2809E+03	-100.04E+03	-115.478E+03	-127.043E+03
-35.0619E+03	-78.1976E+03	-98.9899E+03	-114.812E+03	-127.408E+03
-34.8251E+03	-77.7998E+03	-98.8315E+03	-115.194E+03	-128.727E+03
-34.7477E+03	-77.7247E+03	-98.9942E+03	-115.756E+03	-129.854E+03
-34.7586E+03	-77.7737E+03	-99.1566E+03	-116.121E+03	-130.478E+03
-34.7654E+03	-77.7966E+03	-99.2121E+03	-116.217E+03	-130.594E+03
-34.8106E+03	-77.7663E+03	-99.0104E+03	-115.778E+03	-129.948E+03
-34.8416E+03	-77.8367E+03	-98.9888E+03	-115.504E+03	-129.268E+03
-34.8958E+03	-77.9812E+03	-98.9942E+03	-115.175E+03	-128.349E+03
-35.0927E+03	-78.3209E+03	-99.1917E+03	-114.972E+03	-127.332E+03
-35.7136E+03	-79.0836E+03	-99.8983E+03	-115.323E+03	-126.794E+03
-36.6741E+03	-80.6176E+03	-101.462E+03	-116.776E+03	-127.852E+03
-38.1142E+03	-83.1927E+03	-104.602E+03	-120.392E+03	-132.058E+03
-39.9258E+03	-86.5308E+03	-109.102E+03	-126.071E+03	-139.227E+03
-42.3271E+03	-91.0509E+03	-115.222E+03	-133.805E+03	-148.646E+03
-45.1539E+03	-96.5477E+03	-122.822E+03	-143.319E+03	-160.079E+03
-48.7618E+03	-103.93E+03	-132.927E+03	-155.852E+03	-174.508E+03
-29.0969E+03	-66.5962E+03	-87.8832E+03	-103.972E+03	-115.798E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
-28.916E+03	-79.3222E+03	-112.362E+03	-136.973E+03	-163.382E+03
-48.6392E+03	-103.833E+03	-132.413E+03	-154.829E+03	-173.377E+03
-45.2864E+03	-97.0078E+03	-122.888E+03	-142.848E+03	-158.69E+03
-42.554E+03	-91.8603E+03	-115.966E+03	-134.286E+03	-148.54E+03
-40.2346E+03	-87.7228E+03	-110.518E+03	-127.605E+03	-140.498E+03
-38.1215E+03	-83.9741E+03	-105.776E+03	-121.918E+03	-133.607E+03
-36.5432E+03	-81.0994E+03	-102.061E+03	-117.477E+03	-128.469E+03
-35.4908E+03	-79.1448E+03	-99.7189E+03	-115.129E+03	-126.742E+03
-34.9934E+03	-78.1158E+03	-98.8901E+03	-114.849E+03	-127.608E+03
-34.7147E+03	-77.7222E+03	-98.7922E+03	-115.284E+03	-128.908E+03
-34.6482E+03	-77.6811E+03	-98.9675E+03	-115.779E+03	-129.872E+03
-34.7096E+03	-77.7912E+03	-99.1685E+03	-116.121E+03	-130.407E+03
-34.8222E+03	-77.8632E+03	-99.1617E+03	-116.055E+03	-130.375E+03
-34.761E+03	-77.7841E+03	-99.0229E+03	-115.778E+03	-129.877E+03
-34.7412E+03	-77.7928E+03	-98.9607E+03	-115.523E+03	-129.281E+03
-34.7845E+03	-77.9053E+03	-98.9565E+03	-115.265E+03	-128.531E+03
-35.0234E+03	-78.24E+03	-99.0989E+03	-115.012E+03	-127.53E+03
-35.4561E+03	-78.9471E+03	-99.5729E+03	-114.985E+03	-126.505E+03
-36.2837E+03	-80.4066E+03	-101.175E+03	-116.479E+03	-127.465E+03
-37.4731E+03	-82.8033E+03	-104.31E+03	-120.338E+03	-132.199E+03
-39.4433E+03	-86.5454E+03	-109.266E+03	-126.574E+03	-139.996E+03
-41.8903E+03	-91.0823E+03	-115.459E+03	-134.33E+03	-149.344E+03
-44.9215E+03	-96.8189E+03	-123.162E+03	-143.766E+03	-160.272E+03
-48.576E+03	-104.014E+03	-132.923E+03	-155.654E+03	-174.36E+03
-28.9516E+03	-82.6867E+03	-118.346E+03	-149.279E+03	-169.029E+03



Mod2 Contacto “Penalty”, $\alpha = 0.1$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
-29.0606E+03	-66.4627E+03	-87.6984E+03	-103.793E+03	-115.712E+03
-48.8263E+03	-103.753E+03	-132.422E+03	-155.035E+03	-173.541E+03
-45.517E+03	-96.7369E+03	-122.549E+03	-142.408E+03	-158.511E+03
-42.9895E+03	-91.8218E+03	-115.727E+03	-133.769E+03	-147.848E+03
-40.7154E+03	-87.6971E+03	-110.337E+03	-127.099E+03	-139.751E+03
-38.7588E+03	-84.3476E+03	-106.039E+03	-121.92E+03	-133.405E+03
-36.9344E+03	-81.3104E+03	-102.336E+03	-117.765E+03	-128.828E+03
-35.7455E+03	-79.2809E+03	-100.04E+03	-115.478E+03	-127.043E+03
-35.0619E+03	-78.1978E+03	-98.9901E+03	-114.813E+03	-127.409E+03
-34.8251E+03	-77.7999E+03	-98.8316E+03	-115.194E+03	-128.727E+03
-34.7477E+03	-77.7248E+03	-98.9943E+03	-115.757E+03	-129.854E+03
-34.7587E+03	-77.7739E+03	-99.1568E+03	-116.121E+03	-130.478E+03
-34.7656E+03	-77.7968E+03	-99.2123E+03	-116.217E+03	-130.595E+03
-34.8108E+03	-77.7665E+03	-99.0106E+03	-115.778E+03	-129.948E+03
-34.8416E+03	-77.8368E+03	-98.9888E+03	-115.505E+03	-129.268E+03
-34.8958E+03	-77.9813E+03	-98.9943E+03	-115.175E+03	-128.35E+03
-35.0927E+03	-78.3211E+03	-99.1919E+03	-114.972E+03	-127.333E+03
-35.7136E+03	-79.0837E+03	-99.8984E+03	-115.323E+03	-126.794E+03
-36.674E+03	-80.6178E+03	-101.462E+03	-116.777E+03	-127.853E+03
-38.1141E+03	-83.1928E+03	-104.602E+03	-120.393E+03	-132.058E+03
-39.9261E+03	-86.5315E+03	-109.103E+03	-126.071E+03	-139.228E+03
-42.3273E+03	-91.0512E+03	-115.222E+03	-133.805E+03	-148.646E+03
-45.1539E+03	-96.5478E+03	-122.822E+03	-143.318E+03	-160.079E+03
-48.7624E+03	-103.931E+03	-132.928E+03	-155.853E+03	-174.509E+03
-29.0972E+03	-66.5956E+03	-87.8828E+03	-103.971E+03	-115.795E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
-28.9157E+03	-79.3228E+03	-112.362E+03	-136.974E+03	-163.385E+03
-48.6386E+03	-103.833E+03	-132.412E+03	-154.828E+03	-173.376E+03
-45.2864E+03	-97.0077E+03	-122.888E+03	-142.848E+03	-158.69E+03
-42.5538E+03	-91.86E+03	-115.965E+03	-134.286E+03	-148.54E+03
-40.2343E+03	-87.7221E+03	-110.517E+03	-127.604E+03	-140.497E+03
-38.1216E+03	-83.9739E+03	-105.776E+03	-121.917E+03	-133.607E+03
-36.5433E+03	-81.0992E+03	-102.061E+03	-117.477E+03	-128.469E+03
-35.4909E+03	-79.1446E+03	-99.7187E+03	-115.129E+03	-126.742E+03
-34.9934E+03	-78.1156E+03	-98.8899E+03	-114.849E+03	-127.608E+03
-34.7148E+03	-77.7221E+03	-98.7921E+03	-115.284E+03	-128.908E+03
-34.6482E+03	-77.681E+03	-98.9674E+03	-115.779E+03	-129.872E+03
-34.7095E+03	-77.791E+03	-99.1683E+03	-116.121E+03	-130.407E+03
-34.822E+03	-77.863E+03	-99.1614E+03	-116.055E+03	-130.375E+03
-34.7609E+03	-77.7839E+03	-99.0227E+03	-115.777E+03	-129.877E+03
-34.7412E+03	-77.7927E+03	-98.9606E+03	-115.523E+03	-129.281E+03
-34.7846E+03	-77.9052E+03	-98.9564E+03	-115.265E+03	-128.531E+03
-35.0234E+03	-78.2398E+03	-99.0987E+03	-115.012E+03	-127.529E+03
-35.4561E+03	-78.9471E+03	-99.5729E+03	-114.985E+03	-126.505E+03
-36.2836E+03	-80.4064E+03	-101.175E+03	-116.478E+03	-127.465E+03
-37.4731E+03	-82.8031E+03	-104.31E+03	-120.338E+03	-132.199E+03
-39.443E+03	-86.5446E+03	-109.265E+03	-126.573E+03	-139.995E+03
-41.8901E+03	-91.082E+03	-115.459E+03	-134.329E+03	-149.344E+03
-44.9215E+03	-96.8189E+03	-123.163E+03	-143.766E+03	-160.272E+03
-48.5755E+03	-104.013E+03	-132.922E+03	-155.653E+03	-174.359E+03
-28.9516E+03	-82.6876E+03	-118.346E+03	-149.281E+03	-169.031E+03



Mod2, Contacto “Rough”, $\alpha = 0.1$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
-28.8528E+03	-65.8444E+03	-87.0987E+03	-103.219E+03	-115.192E+03
-48.7891E+03	-103.793E+03	-132.506E+03	-155.137E+03	-173.631E+03
-45.5273E+03	-96.7895E+03	-122.608E+03	-142.458E+03	-158.56E+03
-42.9288E+03	-91.67E+03	-115.541E+03	-133.579E+03	-147.65E+03
-40.7245E+03	-87.7213E+03	-110.348E+03	-127.1E+03	-139.749E+03
-38.7351E+03	-84.3774E+03	-106.058E+03	-121.941E+03	-133.421E+03
-36.9295E+03	-81.3493E+03	-102.387E+03	-117.813E+03	-128.871E+03
-35.7173E+03	-79.2201E+03	-99.9673E+03	-115.4E+03	-126.962E+03
-35.0572E+03	-78.2333E+03	-99.0207E+03	-114.849E+03	-127.436E+03
-34.7986E+03	-77.7376E+03	-98.7748E+03	-115.123E+03	-128.645E+03
-34.6855E+03	-77.7222E+03	-98.9226E+03	-115.648E+03	-129.716E+03
-34.8658E+03	-78.5462E+03	-99.7679E+03	-116.685E+03	-130.992E+03
-34.8608E+03	-78.6328E+03	-99.8782E+03	-116.847E+03	-131.173E+03
-34.8163E+03	-77.9564E+03	-99.1256E+03	-115.865E+03	-130.013E+03
-34.8386E+03	-77.6887E+03	-98.8483E+03	-115.365E+03	-129.131E+03
-34.8579E+03	-77.543E+03	-98.6129E+03	-114.819E+03	-128.018E+03
-35.0685E+03	-77.7811E+03	-98.7504E+03	-114.567E+03	-126.968E+03
-35.6592E+03	-78.4533E+03	-99.3832E+03	-114.854E+03	-126.372E+03
-36.6384E+03	-80.1094E+03	-101.081E+03	-116.445E+03	-127.572E+03
-38.0244E+03	-82.7347E+03	-104.267E+03	-120.12E+03	-131.832E+03
-39.9291E+03	-86.4806E+03	-109.178E+03	-126.207E+03	-139.42E+03
-42.2327E+03	-90.9643E+03	-115.244E+03	-133.917E+03	-148.806E+03
-45.3756E+03	-97.3554E+03	-123.875E+03	-144.444E+03	-161.283E+03
-48.1169E+03	-103.112E+03	-132.115E+03	-155.129E+03	-173.873E+03
-26.9634E+03	-61.6997E+03	-82.6035E+03	-98.185E+03	-109.686E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
-26.7643E+03	-75.3818E+03	-108.09E+03	-132.255E+03	-158.314E+03
-47.9554E+03	-102.941E+03	-131.527E+03	-154.03E+03	-172.673E+03
-45.5205E+03	-97.8084E+03	-123.948E+03	-143.98E+03	-159.891E+03
-42.4695E+03	-91.7428E+03	-115.966E+03	-134.374E+03	-148.678E+03
-40.2635E+03	-87.6637E+03	-110.584E+03	-127.73E+03	-140.68E+03
-38.0622E+03	-83.5151E+03	-105.436E+03	-121.636E+03	-133.376E+03
-36.5301E+03	-80.5994E+03	-101.684E+03	-117.146E+03	-128.19E+03
-35.4445E+03	-78.5102E+03	-99.2009E+03	-114.656E+03	-126.32E+03
-34.9778E+03	-77.5635E+03	-98.4417E+03	-114.431E+03	-127.235E+03
-34.6927E+03	-77.2801E+03	-98.4105E+03	-114.922E+03	-128.578E+03
-34.6574E+03	-77.5339E+03	-98.83E+03	-115.643E+03	-129.742E+03
-34.7157E+03	-77.9729E+03	-99.2782E+03	-116.202E+03	-130.467E+03
-34.9114E+03	-78.6919E+03	-99.8234E+03	-116.678E+03	-130.946E+03
-34.8701E+03	-78.546E+03	-99.6281E+03	-116.337E+03	-130.386E+03
-34.692E+03	-77.7877E+03	-98.8893E+03	-115.413E+03	-129.145E+03
-34.7775E+03	-77.8373E+03	-98.8987E+03	-115.187E+03	-128.446E+03
-35.0333E+03	-78.2639E+03	-99.1251E+03	-115.038E+03	-127.551E+03
-35.4397E+03	-78.8878E+03	-99.5047E+03	-114.909E+03	-126.429E+03
-36.2972E+03	-80.4515E+03	-101.23E+03	-116.526E+03	-127.507E+03
-37.485E+03	-82.8297E+03	-104.321E+03	-120.348E+03	-132.205E+03
-39.485E+03	-86.5442E+03	-109.258E+03	-126.552E+03	-139.973E+03
-41.8467E+03	-90.8995E+03	-115.247E+03	-134.115E+03	-149.126E+03
-44.9456E+03	-96.8647E+03	-123.229E+03	-143.826E+03	-160.328E+03
-48.5098E+03	-103.998E+03	-132.955E+03	-155.705E+03	-174.405E+03
-28.7301E+03	-82.2217E+03	-117.897E+03	-148.882E+03	-168.687E+03



Mod2 Contacto “Frictionless”, $\alpha = 0.25$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
-17.0601E+03	-41.9507E+03	-55.5092E+03	-65.1812E+03	-72.1493E+03
-21.24E+03	-50.7985E+03	-66.113E+03	-78.164E+03	-88.8406E+03
-21.0011E+03	-50.7868E+03	-65.9248E+03	-78.0161E+03	-88.723E+03
-20.8822E+03	-50.6747E+03	-65.7582E+03	-77.8754E+03	-88.5603E+03
-20.8387E+03	-50.5563E+03	-65.6395E+03	-77.7481E+03	-88.458E+03
-20.8037E+03	-50.4525E+03	-65.5327E+03	-77.6432E+03	-88.3469E+03
-20.7703E+03	-50.3821E+03	-65.4424E+03	-77.5541E+03	-88.2798E+03
-20.7243E+03	-50.2663E+03	-65.3355E+03	-77.4495E+03	-88.1756E+03
-20.6753E+03	-50.1871E+03	-65.2443E+03	-77.3665E+03	-88.1136E+03
-20.6299E+03	-50.0859E+03	-65.1517E+03	-77.2781E+03	-88.0303E+03
-20.6234E+03	-50.0173E+03	-65.0905E+03	-77.2153E+03	-87.9937E+03
-20.6598E+03	-49.875E+03	-65.0295E+03	-77.1274E+03	-87.9258E+03
-20.6894E+03	-49.8254E+03	-65.0089E+03	-77.0974E+03	-87.9159E+03
-20.6607E+03	-49.8744E+03	-65.03E+03	-77.1279E+03	-87.9266E+03
-20.6186E+03	-50.011E+03	-65.0869E+03	-77.2125E+03	-87.9913E+03
-20.6173E+03	-50.0722E+03	-65.1419E+03	-77.27E+03	-88.0223E+03
-20.6642E+03	-50.1748E+03	-65.235E+03	-77.3588E+03	-88.1057E+03
-20.7238E+03	-50.2648E+03	-65.3348E+03	-77.449E+03	-88.1749E+03
-20.7774E+03	-50.3888E+03	-65.448E+03	-77.559E+03	-88.2845E+03
-20.8116E+03	-50.4605E+03	-65.5387E+03	-77.6483E+03	-88.3518E+03
-20.8457E+03	-50.5639E+03	-65.645E+03	-77.7529E+03	-88.4625E+03
-20.8862E+03	-50.6794E+03	-65.7617E+03	-77.8785E+03	-88.5634E+03
-21.0003E+03	-50.786E+03	-65.9244E+03	-78.0159E+03	-88.7227E+03
-21.2367E+03	-50.7946E+03	-66.1107E+03	-78.162E+03	-88.8389E+03
-17.0573E+03	-41.9477E+03	-55.5083E+03	-65.1807E+03	-72.1495E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
-17.0109E+03	-40.8977E+03	-57.5984E+03	-58.9614E+03	-64.1888E+03
-21.2009E+03	-50.797E+03	-66.1075E+03	-78.165E+03	-88.8421E+03
-20.9862E+03	-50.8091E+03	-65.9353E+03	-78.0318E+03	-88.7372E+03
-20.8978E+03	-50.7285E+03	-65.7919E+03	-77.9108E+03	-88.5937E+03
-20.8545E+03	-50.6061E+03	-65.6675E+03	-77.7776E+03	-88.4839E+03
-20.7904E+03	-50.4669E+03	-65.5336E+03	-77.6465E+03	-88.3483E+03
-20.7273E+03	-50.3638E+03	-65.4177E+03	-77.5346E+03	-88.2579E+03
-20.6972E+03	-50.2648E+03	-65.3253E+03	-77.4432E+03	-88.1675E+03
-20.6757E+03	-50.212E+03	-65.2518E+03	-77.3767E+03	-88.119E+03
-20.6399E+03	-50.1179E+03	-65.1662E+03	-77.2936E+03	-88.0421E+03
-20.6113E+03	-50.0236E+03	-65.0869E+03	-77.2145E+03	-87.9899E+03
-20.6331E+03	-49.8653E+03	-65.0191E+03	-77.1202E+03	-87.9192E+03
-20.6544E+03	-49.8065E+03	-64.9917E+03	-77.085E+03	-87.9036E+03
-20.634E+03	-49.8646E+03	-65.0195E+03	-77.1207E+03	-87.9199E+03
-20.6068E+03	-50.0168E+03	-65.0835E+03	-77.2113E+03	-87.9877E+03
-20.6278E+03	-50.1033E+03	-65.157E+03	-77.2846E+03	-88.0349E+03
-20.665E+03	-50.1988E+03	-65.243E+03	-77.3683E+03	-88.1118E+03
-20.6968E+03	-50.263E+03	-65.3246E+03	-77.4423E+03	-88.1669E+03
-20.7343E+03	-50.3704E+03	-65.4231E+03	-77.5394E+03	-88.2624E+03
-20.7982E+03	-50.475E+03	-65.5394E+03	-77.6516E+03	-88.3528E+03
-20.8614E+03	-50.6137E+03	-65.6728E+03	-77.7824E+03	-88.4881E+03
-20.9017E+03	-50.7333E+03	-65.7951E+03	-77.9139E+03	-88.5964E+03
-20.9853E+03	-50.8082E+03	-65.9347E+03	-78.0314E+03	-88.7367E+03
-21.1976E+03	-50.7931E+03	-66.1052E+03	-78.1629E+03	-88.8402E+03
-17.0081E+03	-45.7448E+03	-66.6377E+03	-80.771E+03	-94.2448E+03



Mod2, Contacto “Penalty”, $\alpha = 0.25$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
-17.06E+03	-41.9504E+03	-55.5091E+03	-65.181E+03	-72.1491E+03
-21.24E+03	-50.7985E+03	-66.113E+03	-78.164E+03	-88.8406E+03
-21.0011E+03	-50.7869E+03	-65.9249E+03	-78.0162E+03	-88.7231E+03
-20.8823E+03	-50.6749E+03	-65.7584E+03	-77.8756E+03	-88.5605E+03
-20.8388E+03	-50.5565E+03	-65.6397E+03	-77.7484E+03	-88.4582E+03
-20.8037E+03	-50.4527E+03	-65.5329E+03	-77.6434E+03	-88.3472E+03
-20.7703E+03	-50.3823E+03	-65.4426E+03	-77.5544E+03	-88.28E+03
-20.7243E+03	-50.2664E+03	-65.3357E+03	-77.4497E+03	-88.1758E+03
-20.6753E+03	-50.1872E+03	-65.2444E+03	-77.3666E+03	-88.1137E+03
-20.6299E+03	-50.086E+03	-65.1518E+03	-77.2782E+03	-88.0305E+03
-20.6234E+03	-50.0174E+03	-65.0906E+03	-77.2154E+03	-87.9939E+03
-20.6599E+03	-49.8752E+03	-65.0296E+03	-77.1275E+03	-87.926E+03
-20.6895E+03	-49.8256E+03	-65.009E+03	-77.0975E+03	-87.9161E+03
-20.6607E+03	-49.8746E+03	-65.0301E+03	-77.1281E+03	-87.9268E+03
-20.6186E+03	-50.0111E+03	-65.087E+03	-77.2126E+03	-87.9914E+03
-20.6173E+03	-50.0723E+03	-65.142E+03	-77.2702E+03	-88.0225E+03
-20.6642E+03	-50.1749E+03	-65.2351E+03	-77.359E+03	-88.1058E+03
-20.7238E+03	-50.265E+03	-65.3349E+03	-77.4492E+03	-88.1751E+03
-20.7774E+03	-50.389E+03	-65.4482E+03	-77.5592E+03	-88.2847E+03
-20.8117E+03	-50.4607E+03	-65.5389E+03	-77.6485E+03	-88.352E+03
-20.8458E+03	-50.5641E+03	-65.6452E+03	-77.7531E+03	-88.4628E+03
-20.8863E+03	-50.6796E+03	-65.7619E+03	-77.8787E+03	-88.5636E+03
-21.0004E+03	-50.7862E+03	-65.9245E+03	-78.016E+03	-88.7228E+03
-21.2368E+03	-50.7947E+03	-66.1108E+03	-78.1621E+03	-88.8389E+03
-17.0572E+03	-41.9475E+03	-55.5082E+03	-65.1805E+03	-72.1494E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
-17.011E+03	-40.8979E+03	-57.5985E+03	-58.9616E+03	-64.1889E+03
-21.2008E+03	-50.7969E+03	-66.1074E+03	-78.165E+03	-88.842E+03
-20.9861E+03	-50.809E+03	-65.9352E+03	-78.0316E+03	-88.7371E+03
-20.8977E+03	-50.7283E+03	-65.7916E+03	-77.9105E+03	-88.5934E+03
-20.8545E+03	-50.6059E+03	-65.6673E+03	-77.7774E+03	-88.4836E+03
-20.7904E+03	-50.4667E+03	-65.5334E+03	-77.6462E+03	-88.348E+03
-20.7273E+03	-50.3636E+03	-65.4175E+03	-77.5343E+03	-88.2577E+03
-20.6972E+03	-50.2647E+03	-65.3251E+03	-77.443E+03	-88.1673E+03
-20.6757E+03	-50.2119E+03	-65.2517E+03	-77.3766E+03	-88.1188E+03
-20.6399E+03	-50.1178E+03	-65.1661E+03	-77.2934E+03	-88.0419E+03
-20.6113E+03	-50.0234E+03	-65.0868E+03	-77.2144E+03	-87.9897E+03
-20.6331E+03	-49.8651E+03	-65.0189E+03	-77.12E+03	-87.919E+03
-20.6543E+03	-49.8064E+03	-64.9915E+03	-77.0849E+03	-87.9034E+03
-20.6339E+03	-49.8645E+03	-65.0194E+03	-77.1205E+03	-87.9198E+03
-20.6067E+03	-50.0167E+03	-65.0834E+03	-77.2112E+03	-87.9876E+03
-20.6278E+03	-50.1032E+03	-65.1568E+03	-77.2845E+03	-88.0347E+03
-20.665E+03	-50.1987E+03	-65.2429E+03	-77.3681E+03	-88.1116E+03
-20.6968E+03	-50.2628E+03	-65.3245E+03	-77.4421E+03	-88.1667E+03
-20.7342E+03	-50.3702E+03	-65.4229E+03	-77.5391E+03	-88.2622E+03
-20.7981E+03	-50.4747E+03	-65.5391E+03	-77.6514E+03	-88.3525E+03
-20.8613E+03	-50.6135E+03	-65.6726E+03	-77.7822E+03	-88.4878E+03
-20.9016E+03	-50.7331E+03	-65.7949E+03	-77.9137E+03	-88.5962E+03
-20.9853E+03	-50.8081E+03	-65.9346E+03	-78.0313E+03	-88.7366E+03
-21.1976E+03	-50.793E+03	-66.1051E+03	-78.1629E+03	-88.8401E+03
-17.0082E+03	-45.7451E+03	-66.6378E+03	-80.7712E+03	-94.245E+03



Mod2, Contacto “Rough”, $\alpha = 0.25$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
-15.8186E+03	-40.4826E+03	-53.5689E+03	-63.008E+03	-69.7408E+03
-20.9224E+03	-51.2117E+03	-66.2997E+03	-78.3058E+03	-88.8706E+03
-21.0499E+03	-51.114E+03	-66.3286E+03	-78.4586E+03	-89.1738E+03
-20.8538E+03	-50.2331E+03	-65.3892E+03	-77.543E+03	-88.2801E+03
-20.9001E+03	-49.9229E+03	-65.1894E+03	-77.3379E+03	-88.1385E+03
-20.837E+03	-49.5667E+03	-64.8248E+03	-76.9734E+03	-87.7771E+03
-20.8323E+03	-49.5912E+03	-64.8351E+03	-76.9725E+03	-87.791E+03
-20.7494E+03	-49.6417E+03	-64.8243E+03	-76.9494E+03	-87.7345E+03
-20.6869E+03	-50.0212E+03	-65.1003E+03	-77.2112E+03	-87.9628E+03
-20.5789E+03	-50.5036E+03	-65.4329E+03	-77.5138E+03	-88.189E+03
-20.5333E+03	-51.4139E+03	-66.1491E+03	-78.2079E+03	-88.8161E+03
-20.5524E+03	-51.8498E+03	-66.5624E+03	-78.5969E+03	-89.1846E+03
-20.6022E+03	-51.1616E+03	-66.032E+03	-78.0682E+03	-88.732E+03
-20.6259E+03	-50.1703E+03	-65.2268E+03	-77.2976E+03	-88.0454E+03
-20.6519E+03	-49.6499E+03	-64.7945E+03	-76.9297E+03	-87.7461E+03
-20.6714E+03	-49.1712E+03	-64.4192E+03	-76.5822E+03	-87.4355E+03
-20.7597E+03	-49.0032E+03	-64.3304E+03	-76.5058E+03	-87.3972E+03
-20.8098E+03	-48.9076E+03	-64.2747E+03	-76.4505E+03	-87.3412E+03
-20.8916E+03	-49.1511E+03	-64.5288E+03	-76.7018E+03	-87.595E+03
-20.8639E+03	-49.3413E+03	-64.6724E+03	-76.8454E+03	-87.6903E+03
-20.9315E+03	-49.9992E+03	-65.3058E+03	-77.4662E+03	-88.2803E+03
-20.8188E+03	-50.44E+03	-65.5546E+03	-77.7075E+03	-88.4225E+03
-21.052E+03	-51.7015E+03	-66.884E+03	-79.011E+03	-89.6778E+03
-20.6597E+03	-51.5415E+03	-66.3966E+03	-78.3145E+03	-88.7443E+03
-14.908E+03	-39.3843E+03	-52.1382E+03	-61.4061E+03	-67.9629E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
-14.8636E+03	-38.8137E+03	-55.3797E+03	-56.0335E+03	-60.7107E+03
-20.6253E+03	-51.5396E+03	-66.3916E+03	-78.3146E+03	-88.7455E+03
-21.0415E+03	-51.7181E+03	-66.8938E+03	-79.0232E+03	-89.69E+03
-20.8365E+03	-50.4804E+03	-65.5844E+03	-77.7348E+03	-88.4501E+03
-20.9477E+03	-50.0334E+03	-65.3288E+03	-77.4863E+03	-88.2993E+03
-20.8467E+03	-49.3424E+03	-64.6654E+03	-76.8391E+03	-87.6831E+03
-20.8426E+03	-49.1236E+03	-64.4955E+03	-76.6738E+03	-87.5646E+03
-20.7873E+03	-48.9053E+03	-64.2654E+03	-76.4428E+03	-87.3323E+03
-20.781E+03	-49.0368E+03	-64.3518E+03	-76.5232E+03	-87.4122E+03
-20.7038E+03	-49.2126E+03	-64.448E+03	-76.6049E+03	-87.4567E+03
-20.649E+03	-49.6588E+03	-64.7949E+03	-76.9297E+03	-87.7437E+03
-20.5982E+03	-50.1588E+03	-65.2134E+03	-77.2873E+03	-88.0353E+03
-20.5656E+03	-51.1413E+03	-66.0118E+03	-78.0534E+03	-88.7168E+03
-20.5258E+03	-51.8378E+03	-66.5501E+03	-78.588E+03	-89.1763E+03
-20.519E+03	-51.4115E+03	-66.1419E+03	-78.2023E+03	-88.8089E+03
-20.5827E+03	-50.5188E+03	-65.4404E+03	-77.5195E+03	-88.1938E+03
-20.6827E+03	-50.0308E+03	-65.1012E+03	-77.2121E+03	-87.9611E+03
-20.7253E+03	-49.6361E+03	-64.8129E+03	-76.9399E+03	-87.7239E+03
-20.7983E+03	-49.5758E+03	-64.8131E+03	-76.9538E+03	-87.7698E+03
-20.8365E+03	-49.5821E+03	-64.8299E+03	-76.9768E+03	-87.7794E+03
-20.9311E+03	-49.9709E+03	-65.2238E+03	-77.3673E+03	-88.1667E+03
-20.8801E+03	-50.2823E+03	-65.4266E+03	-77.5768E+03	-88.3142E+03
-21.0381E+03	-51.1296E+03	-66.3379E+03	-78.4707E+03	-89.1857E+03
-20.8812E+03	-51.2033E+03	-66.29E+03	-78.3023E+03	-88.8681E+03
-15.7679E+03	-45.3187E+03	-66.0933E+03	-80.3145E+03	-93.6714E+03



Mod2 Contacto “Frictionless”, $\alpha = 0.5$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
-220.407	-545.433	-1.85197E+03	-3.06179E+03	-4.47891E+03
-502.605	-1.10409E+03	-2.26858E+03	-3.44767E+03	-4.89386E+03
-365.961	-1.13192E+03	-2.17531E+03	-3.39158E+03	-4.79566E+03
-317.713	-1.10867E+03	-2.11724E+03	-3.33877E+03	-4.72556E+03
-306.424	-1.07125E+03	-2.08292E+03	-3.29648E+03	-4.67759E+03
-288.881	-1.04078E+03	-2.05611E+03	-3.26381E+03	-4.64356E+03
-271.819	-1.02273E+03	-2.03794E+03	-3.24642E+03	-4.62049E+03
-256.824	-998.531	-2.02367E+03	-3.22875E+03	-4.6045E+03
-244.296	-987.954	-2.01692E+03	-3.22457E+03	-4.59648E+03
-224.115	-975.522	-2.0077E+03	-3.21684E+03	-4.5892E+03
-230.093	-957.675	-2.01103E+03	-3.21274E+03	-4.58905E+03
-305.214	-884.161	-2.0269E+03	-3.18955E+03	-4.59124E+03
-360.788	-844.266	-2.04026E+03	-3.1811E+03	-4.59331E+03
-305.088	-884.451	-2.02729E+03	-3.18992E+03	-4.59186E+03
-230.02	-958.875	-2.01206E+03	-3.21401E+03	-4.59044E+03
-223.45	-977.078	-2.00879E+03	-3.21855E+03	-4.59076E+03
-244.511	-988.917	-2.01813E+03	-3.22618E+03	-4.59826E+03
-259.583	-999.912	-2.02617E+03	-3.23144E+03	-4.60756E+03
-273.47	-1.02315E+03	-2.03939E+03	-3.24834E+03	-4.62259E+03
-290.39	-1.04114E+03	-2.05752E+03	-3.26571E+03	-4.64561E+03
-309.361	-1.07197E+03	-2.08515E+03	-3.29882E+03	-4.68038E+03
-320.047	-1.10858E+03	-2.1189E+03	-3.3402E+03	-4.72776E+03
-367.356	-1.13305E+03	-2.17726E+03	-3.39352E+03	-4.79815E+03
-500.861	-1.1074E+03	-2.26988E+03	-3.45058E+03	-4.89565E+03
-216.344	-549.376	-1.85255E+03	-3.06515E+03	-4.47961E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
-219.789	-545.216	-1.85183E+03	-3.06156E+03	-4.47886E+03
-505.042	-1.10365E+03	-2.26946E+03	-3.44821E+03	-4.89477E+03
-371.895	-1.12931E+03	-2.1762E+03	-3.39156E+03	-4.79648E+03
-324.453	-1.10507E+03	-2.11781E+03	-3.33846E+03	-4.72605E+03
-311.91	-1.06817E+03	-2.0831E+03	-3.29625E+03	-4.67769E+03
-293.303	-1.03887E+03	-2.05658E+03	-3.26387E+03	-4.64394E+03
-274.065	-1.02251E+03	-2.03845E+03	-3.24695E+03	-4.6209E+03
-254.923	-999.892	-2.02309E+03	-3.22942E+03	-4.60386E+03
-240.097	-990.317	-2.01575E+03	-3.22546E+03	-4.5953E+03
-220.406	-977.493	-2.00669E+03	-3.21733E+03	-4.58815E+03
-227.61	-959.216	-2.01064E+03	-3.21304E+03	-4.58859E+03
-303.133	-884.766	-2.02624E+03	-3.18921E+03	-4.59049E+03
-359.181	-844.848	-2.03981E+03	-3.18092E+03	-4.59278E+03
-302.99	-885.083	-2.02663E+03	-3.1896E+03	-4.59111E+03
-227.507	-960.47	-2.01167E+03	-3.21435E+03	-4.58998E+03
-219.72	-979.109	-2.00778E+03	-3.21911E+03	-4.58971E+03
-240.323	-991.308	-2.017E+03	-3.2271E+03	-4.59712E+03
-257.71	-1.00127E+03	-2.02567E+03	-3.2321E+03	-4.60705E+03
-275.74	-1.02293E+03	-2.04001E+03	-3.24885E+03	-4.62317E+03
-294.843	-1.03924E+03	-2.05807E+03	-3.2658E+03	-4.64611E+03
-314.878	-1.06893E+03	-2.08541E+03	-3.29866E+03	-4.68058E+03
-326.805	-1.10504E+03	-2.11953E+03	-3.33997E+03	-4.72833E+03
-373.324	-1.13048E+03	-2.17824E+03	-3.39356E+03	-4.79908E+03
-503.345	-1.10701E+03	-2.27084E+03	-3.4512E+03	-4.89666E+03
-216.322	-549.792	-1.85296E+03	-3.06562E+03	-4.48014E+03



Mod2, Contacto “Penalty”, $\alpha = 0.5$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
-220.349	-545.34	-1.85188E+03	-3.06168E+03	-4.4788E+03
-502.567	-1.10403E+03	-2.26851E+03	-3.44759E+03	-4.89377E+03
-365.946	-1.1319E+03	-2.17528E+03	-3.39154E+03	-4.79562E+03
-317.714	-1.10867E+03	-2.11724E+03	-3.33876E+03	-4.72555E+03
-306.424	-1.07126E+03	-2.08292E+03	-3.29648E+03	-4.67759E+03
-288.881	-1.0408E+03	-2.05613E+03	-3.26382E+03	-4.64357E+03
-271.821	-1.02275E+03	-2.03796E+03	-3.24643E+03	-4.62051E+03
-256.826	-998.551	-2.0237E+03	-3.22877E+03	-4.60453E+03
-244.298	-987.977	-2.01694E+03	-3.2246E+03	-4.59651E+03
-224.115	-975.547	-2.00773E+03	-3.21686E+03	-4.58923E+03
-230.091	-957.699	-2.01105E+03	-3.21277E+03	-4.58908E+03
-305.213	-884.185	-2.02693E+03	-3.18958E+03	-4.59127E+03
-360.786	-844.289	-2.04029E+03	-3.18112E+03	-4.59333E+03
-305.085	-884.472	-2.02731E+03	-3.18994E+03	-4.59188E+03
-230.016	-958.894	-2.01208E+03	-3.21402E+03	-4.59046E+03
-223.445	-977.095	-2.00881E+03	-3.21857E+03	-4.59078E+03
-244.506	-988.93	-2.01815E+03	-3.22619E+03	-4.59827E+03
-259.577	-999.919	-2.02618E+03	-3.23144E+03	-4.60757E+03
-273.462	-1.02315E+03	-2.03939E+03	-3.24833E+03	-4.62258E+03
-290.382	-1.04114E+03	-2.05751E+03	-3.2657E+03	-4.6456E+03
-309.342	-1.07195E+03	-2.08512E+03	-3.29879E+03	-4.68035E+03
-320.024	-1.10854E+03	-2.11886E+03	-3.34015E+03	-4.7277E+03
-367.329	-1.133E+03	-2.1772E+03	-3.39343E+03	-4.79806E+03
-500.79	-1.10728E+03	-2.26974E+03	-3.45042E+03	-4.89548E+03
-216.233	-549.221	-1.85239E+03	-3.06499E+03	-4.47945E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
-219.897	-545.369	-1.85199E+03	-3.06172E+03	-4.47903E+03
-505.112	-1.10377E+03	-2.2696E+03	-3.44837E+03	-4.89494E+03
-371.921	-1.12936E+03	-2.17627E+03	-3.39164E+03	-4.79658E+03
-324.477	-1.10511E+03	-2.11785E+03	-3.33851E+03	-4.72611E+03
-311.929	-1.06819E+03	-2.08313E+03	-3.29629E+03	-4.67773E+03
-293.311	-1.03887E+03	-2.05659E+03	-3.26388E+03	-4.64395E+03
-274.073	-1.02251E+03	-2.03845E+03	-3.24696E+03	-4.62091E+03
-254.928	-999.884	-2.02308E+03	-3.22942E+03	-4.60386E+03
-240.101	-990.304	-2.01574E+03	-3.22545E+03	-4.59529E+03
-220.411	-977.476	-2.00667E+03	-3.21731E+03	-4.58814E+03
-227.613	-959.197	-2.01062E+03	-3.21302E+03	-4.58857E+03
-303.136	-884.745	-2.02621E+03	-3.18919E+03	-4.59047E+03
-359.183	-844.826	-2.03978E+03	-3.1809E+03	-4.59275E+03
-302.991	-885.058	-2.0266E+03	-3.18957E+03	-4.59109E+03
-227.508	-960.445	-2.01165E+03	-3.21432E+03	-4.58995E+03
-219.72	-979.085	-2.00775E+03	-3.21908E+03	-4.58968E+03
-240.321	-991.284	-2.01698E+03	-3.22708E+03	-4.59709E+03
-257.708	-1.00125E+03	-2.02565E+03	-3.23208E+03	-4.60702E+03
-275.738	-1.02291E+03	-2.03999E+03	-3.24883E+03	-4.62315E+03
-294.843	-1.03923E+03	-2.05805E+03	-3.26578E+03	-4.6461E+03
-314.878	-1.06892E+03	-2.0854E+03	-3.29865E+03	-4.68058E+03
-326.804	-1.10504E+03	-2.11953E+03	-3.33997E+03	-4.72834E+03
-373.338	-1.1305E+03	-2.17827E+03	-3.3936E+03	-4.79912E+03
-503.383	-1.10706E+03	-2.27091E+03	-3.45128E+03	-4.89675E+03
-216.383	-549.888	-1.85306E+03	-3.06573E+03	-4.48025E+03



Mod2, Contacto “Rough”, $\alpha = 0.5$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
-538.678	-415.67	-1.80254E+03	-3.08584E+03	-4.50821E+03
-668.34	-986.348	-2.20305E+03	-3.4179E+03	-4.87146E+03
-372.105	-1.11045E+03	-2.16568E+03	-3.3839E+03	-4.79186E+03
-320.816	-1.13386E+03	-2.13887E+03	-3.36026E+03	-4.74581E+03
-302.915	-1.08955E+03	-2.09223E+03	-3.30017E+03	-4.67584E+03
-299.003	-1.16998E+03	-2.1604E+03	-3.36399E+03	-4.73554E+03
-270.866	-1.00073E+03	-2.02187E+03	-3.23388E+03	-4.61132E+03
-245.307	-772.157	-1.84502E+03	-3.05712E+03	-4.44979E+03
-246.571	-937.507	-1.98327E+03	-3.19597E+03	-4.57431E+03
-229.193	-1.10539E+03	-2.10685E+03	-3.31316E+03	-4.67653E+03
-236.556	-1.02906E+03	-2.07264E+03	-3.2721E+03	-4.64343E+03
-470.733	-783.921	-1.97094E+03	-3.16993E+03	-4.57543E+03
-664.332	-602.342	-1.85453E+03	-3.06606E+03	-4.48157E+03
-473.152	-811.535	-1.99416E+03	-3.19404E+03	-4.59914E+03
-237.722	-978.769	-2.03723E+03	-3.24176E+03	-4.61989E+03
-221.122	-969.099	-1.99942E+03	-3.20943E+03	-4.58149E+03
-242.156	-996.507	-2.02271E+03	-3.22918E+03	-4.59956E+03
-265.883	-1.05716E+03	-2.07401E+03	-3.28002E+03	-4.654E+03
-269.764	-963.649	-1.99266E+03	-3.20297E+03	-4.5813E+03
-286.157	-982.03	-2.00964E+03	-3.21932E+03	-4.60314E+03
-316.623	-1.12706E+03	-2.13365E+03	-3.34736E+03	-4.72709E+03
-315.837	-1.11511E+03	-2.11894E+03	-3.33881E+03	-4.72396E+03
-376.01	-1.13925E+03	-2.19229E+03	-3.40952E+03	-4.81642E+03
-693.461	-1.02873E+03	-2.2375E+03	-3.45856E+03	-4.90818E+03
-606.136	-371.31	-1.77102E+03	-3.05718E+03	-4.47721E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
-609.044	-367.115	-1.76926E+03	-3.05291E+03	-4.4755E+03
-696.956	-1.02571E+03	-2.23658E+03	-3.45606E+03	-4.90693E+03
-379.231	-1.13647E+03	-2.1906E+03	-3.40741E+03	-4.81432E+03
-318.941	-1.11249E+03	-2.11714E+03	-3.33682E+03	-4.72172E+03
-318.032	-1.12378E+03	-2.13074E+03	-3.34426E+03	-4.72361E+03
-288.457	-980.009	-2.008E+03	-3.21689E+03	-4.60068E+03
-270.414	-962.804	-1.99122E+03	-3.2009E+03	-4.57881E+03
-261.637	-1.05619E+03	-2.07033E+03	-3.27692E+03	-4.64923E+03
-238.472	-997.03	-2.01995E+03	-3.22756E+03	-4.59576E+03
-218.673	-968.858	-1.99697E+03	-3.20748E+03	-4.57817E+03
-235.833	-978.574	-2.03558E+03	-3.24023E+03	-4.6175E+03
-471.48	-811.529	-1.99306E+03	-3.19299E+03	-4.59746E+03
-662.75	-602.842	-1.85415E+03	-3.06575E+03	-4.48091E+03
-469.	-784.652	-1.97093E+03	-3.16999E+03	-4.57539E+03
-234.538	-1.03124E+03	-2.07351E+03	-3.27364E+03	-4.64444E+03
-225.278	-1.10812E+03	-2.10706E+03	-3.31526E+03	-4.67705E+03
-243.722	-940.727	-1.98408E+03	-3.19893E+03	-4.57555E+03
-246.906	-775.533	-1.84783E+03	-3.06129E+03	-4.45322E+03
-273.768	-1.00172E+03	-2.02396E+03	-3.23679E+03	-4.6144E+03
-302.917	-1.16952E+03	-2.16192E+03	-3.36634E+03	-4.73825E+03
-309.106	-1.08889E+03	-2.09436E+03	-3.30293E+03	-4.67914E+03
-327.357	-1.13197E+03	-2.14057E+03	-3.36191E+03	-4.74866E+03
-377.706	-1.11005E+03	-2.16814E+03	-3.38609E+03	-4.79525E+03
-668.571	-989.126	-2.20527E+03	-3.42134E+03	-4.87425E+03
-534.664	-419.678	-1.80413E+03	-3.08984E+03	-4.5099E+03



Mod3 Fisura abierta $\alpha = 0.5$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
537.515E+03	618.822E+03	615.752E+03	613.377E+03	609.76E+03
577.776E+03	669.534E+03	669.885E+03	671.12E+03	672.482E+03
628.539E+03	727.851E+03	728.151E+03	729.536E+03	731.071E+03
651.382E+03	754.699E+03	754.665E+03	755.939E+03	757.477E+03
669.642E+03	775.651E+03	775.763E+03	777.079E+03	778.638E+03
681.59E+03	789.6E+03	789.455E+03	790.782E+03	792.375E+03
691.318E+03	800.832E+03	800.749E+03	802.048E+03	803.65E+03
698.198E+03	808.855E+03	808.608E+03	809.94E+03	811.555E+03
703.684E+03	815.244E+03	815.011E+03	816.302E+03	817.933E+03
707.441E+03	819.656E+03	819.313E+03	820.634E+03	822.262E+03
710.151E+03	822.872E+03	822.518E+03	823.805E+03	825.449E+03
711.655E+03	824.647E+03	824.216E+03	825.536E+03	827.162E+03
712.216E+03	825.331E+03	824.908E+03	826.206E+03	827.844E+03
711.626E+03	824.635E+03	824.204E+03	825.527E+03	827.155E+03
710.088E+03	822.846E+03	822.491E+03	823.786E+03	825.43E+03
707.366E+03	819.626E+03	819.279E+03	820.61E+03	822.239E+03
703.64E+03	815.228E+03	814.995E+03	816.294E+03	817.926E+03
698.175E+03	808.849E+03	808.603E+03	809.939E+03	811.556E+03
691.299E+03	800.828E+03	800.745E+03	802.047E+03	803.651E+03
681.579E+03	789.6E+03	789.454E+03	790.786E+03	792.379E+03
669.643E+03	775.655E+03	775.768E+03	777.085E+03	778.644E+03
651.398E+03	754.708E+03	754.676E+03	755.949E+03	757.488E+03
628.574E+03	727.869E+03	728.172E+03	729.554E+03	731.089E+03
577.808E+03	669.552E+03	669.904E+03	671.136E+03	672.498E+03
537.532E+03	618.759E+03	615.602E+03	613.125E+03	609.399E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
537.533E+03	618.828E+03	615.757E+03	613.379E+03	609.762E+03
577.808E+03	669.548E+03	669.901E+03	671.132E+03	672.494E+03
628.573E+03	727.865E+03	728.167E+03	729.548E+03	731.082E+03
651.401E+03	754.709E+03	754.674E+03	755.947E+03	757.485E+03
669.642E+03	775.652E+03	775.763E+03	777.079E+03	778.637E+03
681.574E+03	789.594E+03	789.447E+03	790.777E+03	792.37E+03
691.291E+03	800.82E+03	800.737E+03	802.039E+03	803.641E+03
698.156E+03	808.84E+03	808.588E+03	809.926E+03	811.539E+03
703.652E+03	815.233E+03	814.995E+03	816.292E+03	817.919E+03
707.445E+03	819.662E+03	819.316E+03	820.64E+03	822.265E+03
710.162E+03	822.878E+03	822.524E+03	823.811E+03	825.453E+03
711.654E+03	824.647E+03	824.214E+03	825.535E+03	827.161E+03
712.212E+03	825.329E+03	824.906E+03	826.203E+03	827.841E+03
711.625E+03	824.635E+03	824.203E+03	825.526E+03	827.154E+03
710.099E+03	822.852E+03	822.497E+03	823.791E+03	825.434E+03
707.37E+03	819.631E+03	819.283E+03	820.616E+03	822.242E+03
703.608E+03	815.218E+03	814.979E+03	816.284E+03	817.912E+03
698.133E+03	808.833E+03	808.583E+03	809.925E+03	811.539E+03
691.271E+03	800.816E+03	800.732E+03	802.039E+03	803.641E+03
681.562E+03	789.594E+03	789.447E+03	790.78E+03	792.373E+03
669.642E+03	775.656E+03	775.767E+03	777.086E+03	778.643E+03
651.417E+03	754.718E+03	754.685E+03	755.957E+03	757.495E+03
628.608E+03	727.883E+03	728.187E+03	729.566E+03	731.101E+03
577.84E+03	669.567E+03	669.919E+03	671.149E+03	672.51E+03
537.55E+03	618.765E+03	615.608E+03	613.128E+03	609.401E+03



Mod3 Fisura abierta $\alpha = 0.65$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
1.15716E+06	1.60983E+06	1.64817E+06	1.73302E+06	1.83844E+06
1.23855E+06	1.62607E+06	1.56442E+06	1.5468E+06	1.54668E+06
1.30202E+06	1.71185E+06	1.64581E+06	1.62676E+06	1.62653E+06
1.34106E+06	1.76304E+06	1.69407E+06	1.67368E+06	1.67312E+06
1.36987E+06	1.80082E+06	1.73026E+06	1.70924E+06	1.70851E+06
1.39084E+06	1.82863E+06	1.75648E+06	1.73502E+06	1.73422E+06
1.40679E+06	1.8496E+06	1.77651E+06	1.75461E+06	1.75375E+06
1.41877E+06	1.86566E+06	1.79164E+06	1.76954E+06	1.76863E+06
1.42763E+06	1.8775E+06	1.8029E+06	1.78052E+06	1.77959E+06
1.43399E+06	1.88625E+06	1.81111E+06	1.78864E+06	1.78766E+06
1.43809E+06	1.89196E+06	1.81651E+06	1.79388E+06	1.7929E+06
1.44048E+06	1.8955E+06	1.8198E+06	1.79717E+06	1.79614E+06
1.44113E+06	1.89635E+06	1.82057E+06	1.79785E+06	1.79682E+06
1.44048E+06	1.89551E+06	1.81982E+06	1.79719E+06	1.79617E+06
1.43809E+06	1.89198E+06	1.81654E+06	1.79392E+06	1.79294E+06
1.43401E+06	1.88626E+06	1.81113E+06	1.78866E+06	1.78768E+06
1.42765E+06	1.87752E+06	1.80291E+06	1.78053E+06	1.77959E+06
1.4188E+06	1.86568E+06	1.79166E+06	1.76955E+06	1.76864E+06
1.40683E+06	1.84963E+06	1.77655E+06	1.75464E+06	1.75379E+06
1.39088E+06	1.82866E+06	1.75652E+06	1.73506E+06	1.73427E+06
1.3699E+06	1.80083E+06	1.73028E+06	1.70927E+06	1.70854E+06
1.34107E+06	1.76303E+06	1.69406E+06	1.67366E+06	1.6731E+06
1.30201E+06	1.71182E+06	1.64577E+06	1.6267E+06	1.62647E+06
1.2385E+06	1.62601E+06	1.56436E+06	1.54672E+06	1.5466E+06
1.13689E+06	1.56166E+06	1.58464E+06	1.65488E+06	1.74596E+06



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
1.1586E+06	1.73405E+06	1.82214E+06	1.91445E+06	2.02176E+06
1.23966E+06	1.62671E+06	1.56508E+06	1.54732E+06	1.5472E+06
1.30235E+06	1.71205E+06	1.646E+06	1.62691E+06	1.62668E+06
1.34091E+06	1.76299E+06	1.69402E+06	1.67365E+06	1.67309E+06
1.36941E+06	1.80058E+06	1.73002E+06	1.70907E+06	1.70834E+06
1.3902E+06	1.82831E+06	1.75616E+06	1.73477E+06	1.73398E+06
1.40608E+06	1.84923E+06	1.77614E+06	1.75433E+06	1.75347E+06
1.41812E+06	1.86532E+06	1.7913E+06	1.76928E+06	1.76837E+06
1.42715E+06	1.87723E+06	1.80264E+06	1.78031E+06	1.77939E+06
1.43378E+06	1.88611E+06	1.81099E+06	1.78853E+06	1.78756E+06
1.43822E+06	1.89201E+06	1.81657E+06	1.79391E+06	1.79293E+06
1.4411E+06	1.8958E+06	1.82011E+06	1.79739E+06	1.79636E+06
1.44204E+06	1.89681E+06	1.82105E+06	1.79822E+06	1.79719E+06
1.44109E+06	1.89581E+06	1.82013E+06	1.79742E+06	1.79639E+06
1.43823E+06	1.89203E+06	1.8166E+06	1.79394E+06	1.79297E+06
1.43379E+06	1.88613E+06	1.81101E+06	1.78855E+06	1.78758E+06
1.42717E+06	1.87725E+06	1.80265E+06	1.78032E+06	1.77939E+06
1.41814E+06	1.86534E+06	1.79132E+06	1.76929E+06	1.76839E+06
1.40612E+06	1.84926E+06	1.77618E+06	1.75436E+06	1.75351E+06
1.39023E+06	1.82834E+06	1.7562E+06	1.73482E+06	1.73404E+06
1.36944E+06	1.8006E+06	1.73005E+06	1.70909E+06	1.70837E+06
1.34092E+06	1.76298E+06	1.694E+06	1.67363E+06	1.67307E+06
1.30234E+06	1.71201E+06	1.64596E+06	1.62685E+06	1.62662E+06
1.23961E+06	1.62665E+06	1.56501E+06	1.54724E+06	1.54712E+06
1.13832E+06	1.48249E+06	1.57412E+06	1.67089E+06	1.75926E+06



Mod3 Fisura abierta $\alpha = 0.75$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
1.52711E+06	2.79381E+06	2.94759E+06	3.11937E+06	3.36223E+06
1.67691E+06	2.82722E+06	2.72159E+06	2.61108E+06	2.56358E+06
1.74859E+06	2.9585E+06	2.85257E+06	2.73609E+06	2.68514E+06
1.80568E+06	3.05355E+06	2.94378E+06	2.82316E+06	2.76993E+06
1.84543E+06	3.12197E+06	3.00921E+06	2.88496E+06	2.83016E+06
1.87699E+06	3.1754E+06	3.06078E+06	2.93416E+06	2.87806E+06
1.8998E+06	3.21483E+06	3.09846E+06	2.96991E+06	2.91294E+06
1.91804E+06	3.24611E+06	3.12857E+06	2.99857E+06	2.94085E+06
1.93074E+06	3.26862E+06	3.15012E+06	3.01908E+06	2.96083E+06
1.94029E+06	3.28551E+06	3.1664E+06	3.03463E+06	2.97597E+06
1.94578E+06	3.29609E+06	3.17659E+06	3.04442E+06	2.98549E+06
1.94898E+06	3.30251E+06	3.18288E+06	3.05048E+06	2.99137E+06
1.94937E+06	3.3038E+06	3.1841E+06	3.05164E+06	2.99245E+06
1.94895E+06	3.3025E+06	3.18289E+06	3.0505E+06	2.9914E+06
1.94574E+06	3.29607E+06	3.1766E+06	3.04443E+06	2.98552E+06
1.94025E+06	3.28548E+06	3.16639E+06	3.03463E+06	2.97598E+06
1.93071E+06	3.2686E+06	3.15011E+06	3.01907E+06	2.96082E+06
1.91803E+06	3.2461E+06	3.12856E+06	2.99856E+06	2.94083E+06
1.8998E+06	3.21483E+06	3.09845E+06	2.9699E+06	2.91292E+06
1.877E+06	3.1754E+06	3.06077E+06	2.93413E+06	2.87801E+06
1.84544E+06	3.12198E+06	3.0092E+06	2.88494E+06	2.83012E+06
1.80568E+06	3.05357E+06	2.94378E+06	2.82316E+06	2.76991E+06
1.74858E+06	2.95851E+06	2.85256E+06	2.73609E+06	2.68513E+06
1.67688E+06	2.82718E+06	2.72153E+06	2.61101E+06	2.5635E+06
1.44959E+06	2.56451E+06	2.62342E+06	2.71468E+06	2.87606E+06



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
1.53211E+06	2.79135E+06	2.83225E+06	2.97301E+06	3.21258E+06
1.68097E+06	2.83055E+06	2.72478E+06	2.61357E+06	2.56605E+06
1.74957E+06	2.95931E+06	2.85336E+06	2.73671E+06	2.68575E+06
1.80487E+06	3.05305E+06	2.94335E+06	2.8229E+06	2.76969E+06
1.84353E+06	3.12056E+06	3.00795E+06	2.88407E+06	2.8293E+06
1.8745E+06	3.17358E+06	3.05913E+06	2.93298E+06	2.87692E+06
1.89719E+06	3.21288E+06	3.09668E+06	2.96862E+06	2.9117E+06
1.9157E+06	3.24437E+06	3.12698E+06	2.99742E+06	2.93973E+06
1.92904E+06	3.26733E+06	3.14893E+06	3.0182E+06	2.95997E+06
1.9396E+06	3.28498E+06	3.16591E+06	3.03426E+06	2.97561E+06
1.94644E+06	3.29655E+06	3.17699E+06	3.04467E+06	2.98572E+06
1.9515E+06	3.30435E+06	3.18455E+06	3.05166E+06	2.99251E+06
1.95303E+06	3.30649E+06	3.18657E+06	3.05345E+06	2.99421E+06
1.95147E+06	3.30434E+06	3.18455E+06	3.05168E+06	2.99254E+06
1.9464E+06	3.29653E+06	3.17699E+06	3.04469E+06	2.98575E+06
1.93956E+06	3.28495E+06	3.1659E+06	3.03426E+06	2.97562E+06
1.92901E+06	3.2673E+06	3.14891E+06	3.01819E+06	2.95996E+06
1.91569E+06	3.24436E+06	3.12697E+06	2.99741E+06	2.93972E+06
1.8972E+06	3.21287E+06	3.09667E+06	2.96861E+06	2.91167E+06
1.87451E+06	3.17358E+06	3.05911E+06	2.93295E+06	2.87688E+06
1.84354E+06	3.12057E+06	3.00794E+06	2.88404E+06	2.82926E+06
1.80487E+06	3.05306E+06	2.94335E+06	2.8229E+06	2.76967E+06
1.74956E+06	2.95932E+06	2.85335E+06	2.7367E+06	2.68574E+06
1.68094E+06	2.8305E+06	2.72471E+06	2.6135E+06	2.56597E+06
1.45458E+06	2.27946E+06	2.32253E+06	2.43505E+06	2.62883E+06



Mod3, Contacto “Frictionless”, $\alpha = 0.1$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
-30.6993E+03	-66.8756E+03	-87.6513E+03	-103.265E+03	-114.897E+03
-50.2755E+03	-103.019E+03	-132.108E+03	-154.85E+03	-173.391E+03
-47.0531E+03	-96.0893E+03	-122.278E+03	-142.283E+03	-158.416E+03
-44.5773E+03	-91.2135E+03	-115.469E+03	-133.67E+03	-147.764E+03
-42.3426E+03	-87.1178E+03	-110.078E+03	-127.005E+03	-139.675E+03
-40.3797E+03	-83.7898E+03	-105.766E+03	-121.807E+03	-133.313E+03
-38.5243E+03	-80.8058E+03	-102.06E+03	-117.65E+03	-128.74E+03
-37.2901E+03	-78.8058E+03	-99.7558E+03	-115.347E+03	-126.94E+03
-36.5617E+03	-77.7589E+03	-98.7084E+03	-114.684E+03	-127.31E+03
-36.2873E+03	-77.3663E+03	-98.5447E+03	-115.052E+03	-128.618E+03
-36.2115E+03	-77.2866E+03	-98.7206E+03	-115.612E+03	-129.751E+03
-36.2631E+03	-77.2803E+03	-98.8976E+03	-115.951E+03	-130.375E+03
-36.3105E+03	-77.2977E+03	-98.9846E+03	-116.062E+03	-130.519E+03
-36.3197E+03	-77.2723E+03	-98.7559E+03	-115.614E+03	-129.85E+03
-36.3128E+03	-77.3963E+03	-98.721E+03	-115.366E+03	-129.172E+03
-36.3615E+03	-77.5383E+03	-98.7051E+03	-115.032E+03	-128.239E+03
-36.5997E+03	-77.8821E+03	-98.9146E+03	-114.848E+03	-127.24E+03
-37.2543E+03	-78.6085E+03	-99.61E+03	-115.188E+03	-126.686E+03
-38.2572E+03	-80.123E+03	-101.185E+03	-116.66E+03	-127.761E+03
-39.7283E+03	-82.6486E+03	-104.326E+03	-120.276E+03	-131.963E+03
-41.5512E+03	-85.9623E+03	-108.838E+03	-125.971E+03	-139.146E+03
-43.9277E+03	-90.4468E+03	-114.958E+03	-133.702E+03	-148.558E+03
-46.7082E+03	-95.9003E+03	-122.548E+03	-143.193E+03	-159.984E+03
-50.2264E+03	-103.193E+03	-132.614E+03	-155.668E+03	-174.359E+03
-29.8178E+03	-66.4637E+03	-89.2879E+03	-107.911E+03	-123.357E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
-30.5534E+03	-79.6906E+03	-109.44E+03	-131.822E+03	-155.604E+03
-50.0926E+03	-103.09E+03	-132.09E+03	-154.639E+03	-173.221E+03
-46.8302E+03	-96.3517E+03	-122.616E+03	-142.725E+03	-158.595E+03
-44.1543E+03	-91.2564E+03	-115.704E+03	-134.19E+03	-148.458E+03
-41.8601E+03	-87.1423E+03	-110.255E+03	-127.506E+03	-140.416E+03
-39.7459E+03	-83.4341E+03	-105.509E+03	-121.812E+03	-133.518E+03
-38.1232E+03	-80.5979E+03	-101.788E+03	-117.361E+03	-128.381E+03
-37.034E+03	-78.6697E+03	-99.4363E+03	-114.999E+03	-126.641E+03
-36.4917E+03	-77.6697E+03	-98.604E+03	-114.714E+03	-127.502E+03
-36.1833E+03	-77.2912E+03	-98.505E+03	-115.143E+03	-128.797E+03
-36.1094E+03	-77.2395E+03	-98.6917E+03	-115.633E+03	-129.769E+03
-36.2232E+03	-77.2999E+03	-98.9131E+03	-115.957E+03	-130.309E+03
-36.3627E+03	-77.3534E+03	-98.9284E+03	-115.895E+03	-130.295E+03
-36.2792E+03	-77.2921E+03	-98.7718E+03	-115.618E+03	-129.784E+03
-36.2097E+03	-77.3491E+03	-98.6907E+03	-115.382E+03	-129.185E+03
-36.2567E+03	-77.4648E+03	-98.6671E+03	-115.123E+03	-128.42E+03
-36.5288E+03	-77.7937E+03	-98.8169E+03	-114.882E+03	-127.429E+03
-36.9952E+03	-78.4713E+03	-99.2864E+03	-114.852E+03	-126.4E+03
-37.8561E+03	-79.9146E+03	-100.902E+03	-116.36E+03	-127.373E+03
-39.0894E+03	-82.2775E+03	-104.041E+03	-120.228E+03	-132.105E+03
-41.0653E+03	-85.9754E+03	-108.997E+03	-126.468E+03	-139.908E+03
-43.5022E+03	-90.4832E+03	-115.191E+03	-134.228E+03	-149.258E+03
-46.4834E+03	-96.1634E+03	-122.888E+03	-143.642E+03	-160.176E+03
-50.0441E+03	-103.267E+03	-132.598E+03	-155.464E+03	-174.205E+03
-29.6717E+03	-82.6161E+03	-118.563E+03	-150.933E+03	-172.508E+03



Mod3, Contacto “Penalty”, $\alpha = 0.1$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
-30.5786E+03	-66.8039E+03	-87.8406E+03	-103.848E+03	-115.99E+03
-50.276E+03	-103.02E+03	-132.109E+03	-154.851E+03	-173.392E+03
-47.053E+03	-96.0894E+03	-122.278E+03	-142.283E+03	-158.416E+03
-44.5775E+03	-91.2137E+03	-115.469E+03	-133.67E+03	-147.764E+03
-42.3429E+03	-87.1186E+03	-110.079E+03	-127.006E+03	-139.675E+03
-40.3797E+03	-83.79E+03	-105.766E+03	-121.808E+03	-133.313E+03
-38.5244E+03	-80.806E+03	-102.06E+03	-117.651E+03	-128.741E+03
-37.2901E+03	-78.8058E+03	-99.7558E+03	-115.347E+03	-126.94E+03
-36.5617E+03	-77.7591E+03	-98.7087E+03	-114.684E+03	-127.311E+03
-36.2873E+03	-77.3664E+03	-98.5448E+03	-115.052E+03	-128.618E+03
-36.2115E+03	-77.2867E+03	-98.7208E+03	-115.612E+03	-129.751E+03
-36.2633E+03	-77.2805E+03	-98.8978E+03	-115.951E+03	-130.375E+03
-36.3106E+03	-77.2979E+03	-98.9848E+03	-116.062E+03	-130.519E+03
-36.3199E+03	-77.2725E+03	-98.7561E+03	-115.614E+03	-129.851E+03
-36.3128E+03	-77.3964E+03	-98.7211E+03	-115.366E+03	-129.172E+03
-36.3615E+03	-77.5384E+03	-98.7052E+03	-115.032E+03	-128.24E+03
-36.5997E+03	-77.8824E+03	-98.9148E+03	-114.848E+03	-127.241E+03
-37.2543E+03	-78.6086E+03	-99.6101E+03	-115.188E+03	-126.686E+03
-38.2571E+03	-80.1233E+03	-101.186E+03	-116.66E+03	-127.761E+03
-39.7282E+03	-82.6488E+03	-104.326E+03	-120.277E+03	-131.963E+03
-41.5516E+03	-85.9629E+03	-108.839E+03	-125.971E+03	-139.147E+03
-43.9279E+03	-90.447E+03	-114.958E+03	-133.702E+03	-148.559E+03
-46.7082E+03	-95.9004E+03	-122.548E+03	-143.193E+03	-159.984E+03
-50.227E+03	-103.194E+03	-132.615E+03	-155.669E+03	-174.36E+03
-29.9389E+03	-66.534E+03	-89.0975E+03	-107.325E+03	-122.258E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
-30.4325E+03	-79.7082E+03	-109.851E+03	-132.735E+03	-157.13E+03
-50.092E+03	-103.089E+03	-132.089E+03	-154.638E+03	-173.221E+03
-46.8302E+03	-96.3515E+03	-122.616E+03	-142.725E+03	-158.595E+03
-44.154E+03	-91.2562E+03	-115.704E+03	-134.189E+03	-148.458E+03
-41.8597E+03	-87.1416E+03	-110.254E+03	-127.505E+03	-140.415E+03
-39.746E+03	-83.4338E+03	-105.509E+03	-121.811E+03	-133.518E+03
-38.1233E+03	-80.5977E+03	-101.787E+03	-117.361E+03	-128.38E+03
-37.034E+03	-78.6696E+03	-99.4361E+03	-114.999E+03	-126.641E+03
-36.4916E+03	-77.6694E+03	-98.6037E+03	-114.714E+03	-127.502E+03
-36.1834E+03	-77.2911E+03	-98.5049E+03	-115.143E+03	-128.797E+03
-36.1094E+03	-77.2395E+03	-98.6917E+03	-115.632E+03	-129.769E+03
-36.2231E+03	-77.2997E+03	-98.9129E+03	-115.957E+03	-130.308E+03
-36.3625E+03	-77.3532E+03	-98.9282E+03	-115.894E+03	-130.294E+03
-36.2791E+03	-77.2919E+03	-98.7716E+03	-115.618E+03	-129.783E+03
-36.2096E+03	-77.349E+03	-98.6906E+03	-115.382E+03	-129.185E+03
-36.2568E+03	-77.4648E+03	-98.667E+03	-115.123E+03	-128.42E+03
-36.5288E+03	-77.7934E+03	-98.8166E+03	-114.882E+03	-127.429E+03
-36.9953E+03	-78.4713E+03	-99.2863E+03	-114.852E+03	-126.4E+03
-37.856E+03	-79.9144E+03	-100.902E+03	-116.36E+03	-127.373E+03
-39.0895E+03	-82.2773E+03	-104.041E+03	-120.228E+03	-132.105E+03
-41.065E+03	-85.9747E+03	-108.996E+03	-126.467E+03	-139.907E+03
-43.502E+03	-90.483E+03	-115.191E+03	-134.228E+03	-149.258E+03
-46.4835E+03	-96.1633E+03	-122.889E+03	-143.642E+03	-160.177E+03
-50.0436E+03	-103.266E+03	-132.597E+03	-155.463E+03	-174.204E+03
-29.7926E+03	-82.5987E+03	-118.164E+03	-149.944E+03	-170.838E+03



Mod3Contacto “Rough”, $\alpha = 0.1$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
-33.075E+03	-67.8329E+03	-83.0261E+03	-90.1779E+03	-90.8673E+03
-50.251E+03	-103.078E+03	-132.2E+03	-154.955E+03	-173.485E+03
-47.0528E+03	-96.1371E+03	-122.326E+03	-142.326E+03	-158.456E+03
-44.5088E+03	-91.0721E+03	-115.3E+03	-133.5E+03	-147.586E+03
-42.3522E+03	-87.1225E+03	-110.078E+03	-126.995E+03	-139.663E+03
-40.368E+03	-83.8317E+03	-105.794E+03	-121.837E+03	-133.339E+03
-38.5201E+03	-80.8355E+03	-102.1E+03	-117.686E+03	-128.771E+03
-37.2613E+03	-78.7614E+03	-99.6969E+03	-115.283E+03	-126.873E+03
-36.5599E+03	-77.7769E+03	-98.7245E+03	-114.703E+03	-127.323E+03
-36.2637E+03	-77.3326E+03	-98.5144E+03	-115.008E+03	-128.565E+03
-36.1548E+03	-77.2478E+03	-98.6179E+03	-115.471E+03	-129.588E+03
-36.5174E+03	-78.0144E+03	-99.5005E+03	-116.493E+03	-130.88E+03
-36.5508E+03	-78.0781E+03	-99.6273E+03	-116.65E+03	-131.071E+03
-36.3647E+03	-77.4409E+03	-98.8612E+03	-115.686E+03	-129.907E+03
-36.2875E+03	-77.2519E+03	-98.5878E+03	-115.239E+03	-129.046E+03
-36.2511E+03	-77.117E+03	-98.3354E+03	-114.697E+03	-127.923E+03
-36.4718E+03	-77.3533E+03	-98.4777E+03	-114.461E+03	-126.884E+03
-37.0815E+03	-77.996E+03	-99.1009E+03	-114.742E+03	-126.275E+03
-38.1082E+03	-79.6302E+03	-100.809E+03	-116.348E+03	-127.487E+03
-39.5462E+03	-82.214E+03	-103.999E+03	-120.021E+03	-131.745E+03
-41.499E+03	-85.9342E+03	-108.922E+03	-126.117E+03	-139.34E+03
-43.8306E+03	-90.4181E+03	-115.012E+03	-133.835E+03	-148.735E+03
-46.9771E+03	-96.7459E+03	-123.575E+03	-144.271E+03	-161.133E+03
-49.7159E+03	-102.56E+03	-131.936E+03	-155.046E+03	-173.826E+03
-25.1501E+03	-60.3976E+03	-88.5175E+03	-115.171E+03	-141.319E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
-31.0597E+03	-75.7961E+03	-96.8713E+03	-108.138E+03	-118.464E+03
-49.5459E+03	-102.39E+03	-131.344E+03	-153.947E+03	-172.624E+03
-47.1092E+03	-97.1897E+03	-123.645E+03	-143.805E+03	-159.739E+03
-44.0639E+03	-91.201E+03	-115.739E+03	-134.301E+03	-148.614E+03
-41.8295E+03	-87.1058E+03	-110.329E+03	-127.643E+03	-140.601E+03
-39.5913E+03	-82.9944E+03	-105.175E+03	-121.548E+03	-133.294E+03
-37.9949E+03	-80.1066E+03	-101.411E+03	-117.046E+03	-128.105E+03
-36.8683E+03	-78.0511E+03	-98.9235E+03	-114.549E+03	-126.228E+03
-36.369E+03	-77.1294E+03	-98.1582E+03	-114.316E+03	-127.138E+03
-36.0858E+03	-76.8685E+03	-98.1347E+03	-114.806E+03	-128.482E+03
-36.0947E+03	-77.0973E+03	-98.562E+03	-115.509E+03	-129.649E+03
-36.2677E+03	-77.4614E+03	-99.0128E+03	-116.023E+03	-130.359E+03
-36.5962E+03	-78.1288E+03	-99.5674E+03	-116.477E+03	-130.84E+03
-36.5342E+03	-78.017E+03	-99.3688E+03	-116.154E+03	-130.283E+03
-36.1632E+03	-77.308E+03	-98.5878E+03	-115.24E+03	-129.022E+03
-36.2483E+03	-77.4279E+03	-98.6357E+03	-115.076E+03	-128.365E+03
-36.5383E+03	-77.8008E+03	-98.8268E+03	-114.893E+03	-127.434E+03
-36.9793E+03	-78.4282E+03	-99.232E+03	-114.791E+03	-126.338E+03
-37.8724E+03	-79.9454E+03	-100.943E+03	-116.393E+03	-127.402E+03
-39.1131E+03	-82.313E+03	-104.063E+03	-120.248E+03	-132.123E+03
-41.1028E+03	-85.9523E+03	-108.976E+03	-126.436E+03	-139.875E+03
-43.4464E+03	-90.3139E+03	-114.999E+03	-134.037E+03	-149.062E+03
-46.4934E+03	-96.2041E+03	-122.942E+03	-143.69E+03	-160.22E+03
-49.9902E+03	-103.276E+03	-132.639E+03	-155.518E+03	-174.253E+03
-26.8482E+03	-82.5999E+03	-126.748E+03	-171.864E+03	-208.107E+03



Mod3, Contacto “Frictionless”, $\alpha = 0.25$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
-17.3491E+03	-42.8472E+03	-56.0826E+03	-66.2365E+03	-74.0423E+03
-21.6833E+03	-51.057E+03	-65.8571E+03	-78.1228E+03	-88.8272E+03
-21.7309E+03	-50.8357E+03	-65.7279E+03	-77.949E+03	-88.6709E+03
-21.7051E+03	-50.6869E+03	-65.6038E+03	-77.8032E+03	-88.5436E+03
-21.628E+03	-50.5587E+03	-65.4632E+03	-77.6646E+03	-88.409E+03
-21.5723E+03	-50.4565E+03	-65.3523E+03	-77.5541E+03	-88.3087E+03
-21.5302E+03	-50.3545E+03	-65.2494E+03	-77.4513E+03	-88.2149E+03
-21.4872E+03	-50.2736E+03	-65.1597E+03	-77.3652E+03	-88.14E+03
-21.4359E+03	-50.1701E+03	-65.0592E+03	-77.2676E+03	-88.0543E+03
-21.4019E+03	-50.1001E+03	-64.985E+03	-77.199E+03	-87.9983E+03
-21.3517E+03	-50.0294E+03	-64.9001E+03	-77.1256E+03	-87.9337E+03
-21.2786E+03	-50.0083E+03	-64.8278E+03	-77.0793E+03	-87.891E+03
-21.2285E+03	-49.9811E+03	-64.7771E+03	-77.041E+03	-87.856E+03
-21.2792E+03	-50.0089E+03	-64.828E+03	-77.0793E+03	-87.8908E+03
-21.3557E+03	-50.0327E+03	-64.9022E+03	-77.127E+03	-87.9348E+03
-21.4109E+03	-50.1084E+03	-64.9911E+03	-77.2041E+03	-88.003E+03
-21.4433E+03	-50.1776E+03	-65.0647E+03	-77.2724E+03	-88.0586E+03
-21.4876E+03	-50.2749E+03	-65.16E+03	-77.3654E+03	-88.1399E+03
-21.5277E+03	-50.3536E+03	-65.2478E+03	-77.45E+03	-88.2133E+03
-21.5713E+03	-50.4572E+03	-65.3522E+03	-77.5542E+03	-88.3086E+03
-21.6292E+03	-50.5613E+03	-65.4646E+03	-77.6661E+03	-88.4103E+03
-21.7078E+03	-50.6914E+03	-65.6074E+03	-77.8069E+03	-88.5473E+03
-21.7285E+03	-50.8371E+03	-65.7292E+03	-77.9509E+03	-88.6729E+03
-21.6767E+03	-51.0531E+03	-65.8539E+03	-78.1206E+03	-88.825E+03
-17.1822E+03	-42.5558E+03	-55.801E+03	-66.0035E+03	-73.8891E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
-17.3536E+03	-31.5635E+03	-45.9885E+03	-49.3646E+03	-55.5478E+03
-21.6809E+03	-51.0525E+03	-65.8564E+03	-78.1236E+03	-88.8279E+03
-21.7249E+03	-50.8271E+03	-65.7255E+03	-77.9466E+03	-88.6715E+03
-21.6935E+03	-50.6746E+03	-65.5958E+03	-77.7975E+03	-88.5379E+03
-21.6443E+03	-50.5773E+03	-65.4831E+03	-77.6832E+03	-88.4299E+03
-21.5939E+03	-50.4772E+03	-65.3686E+03	-77.5702E+03	-88.3226E+03
-21.5414E+03	-50.3656E+03	-65.2575E+03	-77.4574E+03	-88.2214E+03
-21.4864E+03	-50.2729E+03	-65.1556E+03	-77.3618E+03	-88.1338E+03
-21.4449E+03	-50.1802E+03	-65.0667E+03	-77.2731E+03	-88.0605E+03
-21.4013E+03	-50.0993E+03	-64.9807E+03	-77.1955E+03	-87.9923E+03
-21.3491E+03	-50.0298E+03	-64.9011E+03	-77.1256E+03	-87.9356E+03
-21.2624E+03	-49.9956E+03	-64.8164E+03	-77.0706E+03	-87.8811E+03
-21.2146E+03	-49.9726E+03	-64.7725E+03	-77.037E+03	-87.8548E+03
-21.263E+03	-49.9963E+03	-64.8165E+03	-77.0706E+03	-87.8809E+03
-21.353E+03	-50.0333E+03	-64.903E+03	-77.1272E+03	-87.9365E+03
-21.4102E+03	-50.1077E+03	-64.9867E+03	-77.2008E+03	-87.9968E+03
-21.4524E+03	-50.1877E+03	-65.0722E+03	-77.2779E+03	-88.0648E+03
-21.4869E+03	-50.2742E+03	-65.1559E+03	-77.362E+03	-88.1338E+03
-21.5391E+03	-50.3647E+03	-65.2561E+03	-77.4562E+03	-88.22E+03
-21.593E+03	-50.4779E+03	-65.3686E+03	-77.5704E+03	-88.3227E+03
-21.6455E+03	-50.58E+03	-65.4847E+03	-77.6849E+03	-88.4313E+03
-21.6962E+03	-50.6792E+03	-65.5995E+03	-77.8014E+03	-88.5417E+03
-21.7226E+03	-50.8286E+03	-65.7268E+03	-77.9486E+03	-88.6737E+03
-21.6743E+03	-51.0487E+03	-65.8533E+03	-78.1215E+03	-88.826E+03
-17.1867E+03	-36.0446E+03	-44.215E+03	-51.5456E+03	-57.1557E+03



Mod3, Contacto “Penalty”, $\alpha = 0.25$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
-17.2702E+03	-42.7074E+03	-55.9467E+03	-66.1239E+03	-73.9682E+03
-21.6833E+03	-51.057E+03	-65.8571E+03	-78.1227E+03	-88.8271E+03
-21.7309E+03	-50.8358E+03	-65.7281E+03	-77.9492E+03	-88.671E+03
-21.7052E+03	-50.687E+03	-65.6039E+03	-77.8033E+03	-88.5437E+03
-21.6281E+03	-50.5588E+03	-65.4633E+03	-77.6648E+03	-88.4092E+03
-21.5723E+03	-50.4566E+03	-65.3524E+03	-77.5543E+03	-88.3089E+03
-21.5302E+03	-50.3547E+03	-65.2495E+03	-77.4515E+03	-88.2151E+03
-21.4872E+03	-50.2737E+03	-65.1599E+03	-77.3653E+03	-88.1402E+03
-21.4359E+03	-50.1702E+03	-65.0593E+03	-77.2678E+03	-88.0545E+03
-21.4019E+03	-50.1002E+03	-64.9851E+03	-77.1991E+03	-87.9985E+03
-21.3517E+03	-50.0295E+03	-64.9002E+03	-77.1257E+03	-87.9338E+03
-21.2786E+03	-50.0084E+03	-64.828E+03	-77.0794E+03	-87.8911E+03
-21.2286E+03	-49.9812E+03	-64.7773E+03	-77.0412E+03	-87.8562E+03
-21.2793E+03	-50.009E+03	-64.8281E+03	-77.0794E+03	-87.891E+03
-21.3558E+03	-50.0328E+03	-64.9023E+03	-77.1272E+03	-87.935E+03
-21.4109E+03	-50.1085E+03	-64.9912E+03	-77.2042E+03	-88.0031E+03
-21.4434E+03	-50.1777E+03	-65.0648E+03	-77.2726E+03	-88.0588E+03
-21.4876E+03	-50.275E+03	-65.1601E+03	-77.3655E+03	-88.1401E+03
-21.5278E+03	-50.3537E+03	-65.248E+03	-77.4502E+03	-88.2136E+03
-21.5713E+03	-50.4573E+03	-65.3523E+03	-77.5544E+03	-88.3088E+03
-21.6293E+03	-50.5614E+03	-65.4648E+03	-77.6663E+03	-88.4105E+03
-21.7079E+03	-50.6915E+03	-65.6075E+03	-77.8069E+03	-88.5474E+03
-21.7286E+03	-50.8372E+03	-65.7293E+03	-77.951E+03	-88.6731E+03
-21.6767E+03	-51.0531E+03	-65.8539E+03	-78.1206E+03	-88.825E+03
-17.2615E+03	-42.6965E+03	-55.9373E+03	-66.1168E+03	-73.9636E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
-17.2742E+03	-31.3801E+03	-45.8396E+03	-49.2135E+03	-55.4701E+03
-21.6809E+03	-51.0525E+03	-65.8564E+03	-78.1236E+03	-88.8279E+03
-21.7248E+03	-50.8269E+03	-65.7253E+03	-77.9464E+03	-88.6713E+03
-21.6935E+03	-50.6745E+03	-65.5957E+03	-77.7974E+03	-88.5378E+03
-21.6442E+03	-50.5771E+03	-65.4829E+03	-77.683E+03	-88.4297E+03
-21.5938E+03	-50.477E+03	-65.3684E+03	-77.57E+03	-88.3224E+03
-21.5414E+03	-50.3654E+03	-65.2573E+03	-77.4572E+03	-88.2212E+03
-21.4864E+03	-50.2728E+03	-65.1555E+03	-77.3616E+03	-88.1337E+03
-21.4449E+03	-50.1801E+03	-65.0666E+03	-77.273E+03	-88.0603E+03
-21.4013E+03	-50.0992E+03	-64.9806E+03	-77.1954E+03	-87.9922E+03
-21.3491E+03	-50.0297E+03	-64.9009E+03	-77.1255E+03	-87.9354E+03
-21.2623E+03	-49.9955E+03	-64.8163E+03	-77.0705E+03	-87.881E+03
-21.2146E+03	-49.9725E+03	-64.7724E+03	-77.0368E+03	-87.8546E+03
-21.2629E+03	-49.9962E+03	-64.8164E+03	-77.0705E+03	-87.8807E+03
-21.3529E+03	-50.0332E+03	-64.9029E+03	-77.1271E+03	-87.9363E+03
-21.4103E+03	-50.1076E+03	-64.9866E+03	-77.2007E+03	-87.9967E+03
-21.4524E+03	-50.1876E+03	-65.0721E+03	-77.2778E+03	-88.0647E+03
-21.4869E+03	-50.2741E+03	-65.1558E+03	-77.3618E+03	-88.1336E+03
-21.539E+03	-50.3645E+03	-65.2559E+03	-77.456E+03	-88.2198E+03
-21.5929E+03	-50.4778E+03	-65.3685E+03	-77.5702E+03	-88.3225E+03
-21.6454E+03	-50.5798E+03	-65.4845E+03	-77.6847E+03	-88.4311E+03
-21.6961E+03	-50.6792E+03	-65.5994E+03	-77.8013E+03	-88.5416E+03
-21.7225E+03	-50.8285E+03	-65.7267E+03	-77.9485E+03	-88.6736E+03
-21.6744E+03	-51.0488E+03	-65.8534E+03	-78.1216E+03	-88.8261E+03
-17.2656E+03	-36.1877E+03	-44.3593E+03	-51.6673E+03	-57.2406E+03



Mod3, Contacto “Rough”, $\alpha = 0.25$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
-18.8994E+03	-46.6676E+03	-58.8967E+03	-67.5746E+03	-73.2654E+03
-21.2306E+03	-51.8968E+03	-66.2002E+03	-78.2744E+03	-88.7522E+03
-21.85E+03	-51.7914E+03	-66.6986E+03	-78.9274E+03	-89.6156E+03
-21.6303E+03	-50.4495E+03	-65.3868E+03	-77.6232E+03	-88.3917E+03
-21.6689E+03	-50.0081E+03	-65.1313E+03	-77.4052E+03	-88.2433E+03
-21.5366E+03	-49.3274E+03	-64.4783E+03	-76.779E+03	-87.6587E+03
-21.5437E+03	-49.1117E+03	-64.3351E+03	-76.6406E+03	-87.5535E+03
-21.4657E+03	-48.8939E+03	-64.0977E+03	-76.4073E+03	-87.3288E+03
-21.4418E+03	-48.9842E+03	-64.1679E+03	-76.4633E+03	-87.3802E+03
-21.3883E+03	-49.1764E+03	-64.2695E+03	-76.5433E+03	-87.4336E+03
-21.3601E+03	-49.6698E+03	-64.6315E+03	-76.8749E+03	-87.7172E+03
-21.2707E+03	-50.3314E+03	-65.0601E+03	-77.2682E+03	-88.0327E+03
-21.2554E+03	-51.4257E+03	-65.8891E+03	-78.0603E+03	-88.737E+03
-21.3296E+03	-51.8612E+03	-66.2555E+03	-78.4005E+03	-89.0436E+03
-21.3399E+03	-50.8366E+03	-65.4668E+03	-77.6089E+03	-88.313E+03
-21.3851E+03	-50.0106E+03	-64.877E+03	-77.0633E+03	-87.8444E+03
-21.4407E+03	-49.8243E+03	-64.7877E+03	-77.013E+03	-87.8276E+03
-21.4675E+03	-49.7378E+03	-64.7355E+03	-76.9702E+03	-87.7922E+03
-21.5216E+03	-49.9098E+03	-64.9181E+03	-77.1522E+03	-87.9616E+03
-21.5508E+03	-50.2238E+03	-65.1895E+03	-77.4114E+03	-88.191E+03
-21.6448E+03	-50.9203E+03	-65.7925E+03	-77.9964E+03	-88.7243E+03
-21.7285E+03	-51.1001E+03	-65.9057E+03	-78.0814E+03	-88.7856E+03
-21.7108E+03	-50.854E+03	-65.6952E+03	-77.882E+03	-88.5765E+03
-21.6442E+03	-50.9699E+03	-65.7786E+03	-78.0384E+03	-88.7337E+03
-13.5511E+03	-36.2083E+03	-49.5611E+03	-60.8198E+03	-70.4581E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
-20.855E+03	-39.6938E+03	-52.5064E+03	-55.9884E+03	-58.8865E+03
-21.6481E+03	-50.9689E+03	-65.7797E+03	-78.0401E+03	-88.735E+03
-21.7183E+03	-50.8542E+03	-65.7E+03	-77.8859E+03	-88.583E+03
-21.7135E+03	-51.0818E+03	-65.8893E+03	-78.0679E+03	-88.7711E+03
-21.6479E+03	-50.9289E+03	-65.8025E+03	-78.0056E+03	-88.7356E+03
-21.568E+03	-50.2382E+03	-65.2025E+03	-77.4236E+03	-88.2016E+03
-21.5308E+03	-49.9172E+03	-64.9235E+03	-77.1552E+03	-87.9652E+03
-21.4644E+03	-49.7338E+03	-64.7293E+03	-76.9645E+03	-87.784E+03
-21.442E+03	-49.8259E+03	-64.7886E+03	-77.0122E+03	-87.8278E+03
-21.3767E+03	-50.002E+03	-64.8666E+03	-77.0544E+03	-87.8331E+03
-21.3351E+03	-50.8346E+03	-65.4658E+03	-77.6074E+03	-88.3134E+03
-21.3135E+03	-51.8488E+03	-66.2433E+03	-78.3914E+03	-89.0331E+03
-21.2409E+03	-51.4176E+03	-65.8828E+03	-78.0551E+03	-88.734E+03
-21.2554E+03	-50.3195E+03	-65.0478E+03	-77.2587E+03	-88.0214E+03
-21.3634E+03	-49.6734E+03	-64.6343E+03	-76.876E+03	-87.7192E+03
-21.4007E+03	-49.1834E+03	-64.2726E+03	-76.545E+03	-87.4321E+03
-21.4625E+03	-49.001E+03	-64.1823E+03	-76.4733E+03	-87.3907E+03
-21.4679E+03	-48.8939E+03	-64.0939E+03	-76.4032E+03	-87.3216E+03
-21.554E+03	-49.1198E+03	-64.3405E+03	-76.6433E+03	-87.5563E+03
-21.5592E+03	-49.3456E+03	-64.4938E+03	-76.7928E+03	-87.6706E+03
-21.6858E+03	-50.0264E+03	-65.1506E+03	-77.4225E+03	-88.2627E+03
-21.6181E+03	-50.4403E+03	-65.3789E+03	-77.6186E+03	-88.3863E+03
-21.8385E+03	-51.7833E+03	-66.6943E+03	-78.9245E+03	-89.6155E+03
-21.2199E+03	-51.8894E+03	-66.1956E+03	-78.2732E+03	-88.7506E+03
-11.5969E+03	-25.685E+03	-32.7419E+03	-40.7643E+03	-47.7611E+03



Mod3, Contacto “Frictionless”, $\alpha = 0.5$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
-436.164	-596.599	-2.0236E+03	-3.14752E+03	-4.6255E+03
-593.265	-1.0328E+03	-2.28411E+03	-3.41727E+03	-4.90395E+03
-368.093	-1.11378E+03	-2.17184E+03	-3.38167E+03	-4.79258E+03
-302.628	-1.10617E+03	-2.11056E+03	-3.33528E+03	-4.71991E+03
-298.416	-1.06823E+03	-2.08027E+03	-3.29243E+03	-4.67349E+03
-281.478	-1.04194E+03	-2.05445E+03	-3.25971E+03	-4.63896E+03
-264.747	-1.03075E+03	-2.04013E+03	-3.24456E+03	-4.6178E+03
-250.631	-1.01112E+03	-2.02632E+03	-3.22614E+03	-4.60049E+03
-238.521	-1.00783E+03	-2.02362E+03	-3.22408E+03	-4.59446E+03
-214.499	-1.00402E+03	-2.01359E+03	-3.21752E+03	-4.58548E+03
-234.493	-981.631	-2.02435E+03	-3.21096E+03	-4.58941E+03
-377.911	-868.861	-2.05459E+03	-3.1704E+03	-4.59909E+03
-481.528	-803.734	-2.08216E+03	-3.15327E+03	-4.61097E+03
-378.128	-868.891	-2.05528E+03	-3.17048E+03	-4.60018E+03
-234.589	-982.405	-2.02543E+03	-3.21192E+03	-4.59093E+03
-213.913	-1.00525E+03	-2.01455E+03	-3.21911E+03	-4.58686E+03
-239.099	-1.00885E+03	-2.02499E+03	-3.22575E+03	-4.59634E+03
-253.389	-1.01256E+03	-2.02888E+03	-3.22865E+03	-4.60365E+03
-265.877	-1.03113E+03	-2.04146E+03	-3.24605E+03	-4.61983E+03
-282.548	-1.04237E+03	-2.05578E+03	-3.2613E+03	-4.64095E+03
-300.844	-1.06911E+03	-2.08232E+03	-3.29452E+03	-4.67608E+03
-304.45	-1.10622E+03	-2.11199E+03	-3.33642E+03	-4.72186E+03
-369.615	-1.1147E+03	-2.17373E+03	-3.38326E+03	-4.79502E+03
-591.96	-1.0354E+03	-2.28514E+03	-3.41989E+03	-4.90533E+03
-432.647	-612.288	-2.05002E+03	-3.19413E+03	-4.68621E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
-435.373	-596.117	-2.02331E+03	-3.14702E+03	-4.62536E+03
-595.322	-1.03281E+03	-2.28511E+03	-3.41789E+03	-4.90505E+03
-372.852	-1.11233E+03	-2.17288E+03	-3.38177E+03	-4.79367E+03
-307.664	-1.10379E+03	-2.11109E+03	-3.33485E+03	-4.72048E+03
-302.487	-1.06615E+03	-2.0805E+03	-3.29205E+03	-4.67374E+03
-284.858	-1.04059E+03	-2.05488E+03	-3.25955E+03	-4.63939E+03
-266.597	-1.03063E+03	-2.04059E+03	-3.24493E+03	-4.61819E+03
-249.376	-1.01216E+03	-2.02589E+03	-3.22686E+03	-4.59987E+03
-235.422	-1.0096E+03	-2.02276E+03	-3.22503E+03	-4.59339E+03
-211.365	-1.00523E+03	-2.01252E+03	-3.21789E+03	-4.58423E+03
-232.395	-982.708	-2.02383E+03	-3.21131E+03	-4.58868E+03
-376.27	-869.251	-2.05393E+03	-3.17021E+03	-4.59825E+03
-480.216	-804.041	-2.08168E+03	-3.15304E+03	-4.61038E+03
-376.458	-869.316	-2.05462E+03	-3.17032E+03	-4.59934E+03
-232.447	-983.545	-2.0249E+03	-3.21233E+03	-4.59019E+03
-210.746	-1.00652E+03	-2.01347E+03	-3.21955E+03	-4.5856E+03
-235.992	-1.01065E+03	-2.02416E+03	-3.22675E+03	-4.59532E+03
-252.109	-1.01364E+03	-2.02853E+03	-3.22937E+03	-4.60316E+03
-267.679	-1.03104E+03	-2.04202E+03	-3.24641E+03	-4.62038E+03
-285.923	-1.04104E+03	-2.05628E+03	-3.26116E+03	-4.6415E+03
-304.951	-1.06707E+03	-2.08262E+03	-3.29421E+03	-4.67643E+03
-309.498	-1.10389E+03	-2.11258E+03	-3.33607E+03	-4.72252E+03
-374.411	-1.11328E+03	-2.17484E+03	-3.38341E+03	-4.79621E+03
-594.08	-1.03544E+03	-2.28622E+03	-3.4206E+03	-4.90655E+03
-432.55	-612.662	-2.05047E+03	-3.19455E+03	-4.68684E+03



Mod3, Contacto “Penalty”, $\alpha = 0.5$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
-436.074	-596.588	-2.02373E+03	-3.14783E+03	-4.62599E+03
-593.21	-1.03272E+03	-2.284E+03	-3.41715E+03	-4.90382E+03
-368.073	-1.11374E+03	-2.1718E+03	-3.38162E+03	-4.79252E+03
-302.628	-1.10615E+03	-2.11054E+03	-3.33525E+03	-4.71988E+03
-298.414	-1.06822E+03	-2.08026E+03	-3.29241E+03	-4.67347E+03
-281.479	-1.04193E+03	-2.05445E+03	-3.25971E+03	-4.63895E+03
-264.751	-1.03075E+03	-2.04014E+03	-3.24456E+03	-4.61781E+03
-250.632	-1.01113E+03	-2.02633E+03	-3.22615E+03	-4.6005E+03
-238.524	-1.00785E+03	-2.02364E+03	-3.22409E+03	-4.59448E+03
-214.505	-1.00404E+03	-2.01361E+03	-3.21754E+03	-4.5855E+03
-234.497	-981.651	-2.02437E+03	-3.21098E+03	-4.58943E+03
-377.914	-868.88	-2.05461E+03	-3.17042E+03	-4.59912E+03
-481.532	-803.752	-2.08218E+03	-3.15329E+03	-4.611E+03
-378.132	-868.91	-2.05531E+03	-3.17051E+03	-4.6002E+03
-234.592	-982.424	-2.02545E+03	-3.21194E+03	-4.59095E+03
-213.916	-1.00527E+03	-2.01457E+03	-3.21913E+03	-4.58688E+03
-239.102	-1.00886E+03	-2.02501E+03	-3.22577E+03	-4.59636E+03
-253.391	-1.01257E+03	-2.02889E+03	-3.22866E+03	-4.60366E+03
-265.878	-1.03114E+03	-2.04147E+03	-3.24606E+03	-4.61984E+03
-282.549	-1.04237E+03	-2.05578E+03	-3.2613E+03	-4.64095E+03
-300.836	-1.0691E+03	-2.0823E+03	-3.2945E+03	-4.67606E+03
-304.439	-1.1062E+03	-2.11196E+03	-3.33639E+03	-4.72183E+03
-369.603	-1.11468E+03	-2.17369E+03	-3.3832E+03	-4.79496E+03
-591.912	-1.03532E+03	-2.28504E+03	-3.41978E+03	-4.90521E+03
-432.571	-612.052	-2.04962E+03	-3.19355E+03	-4.68543E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
-435.444	-596.348	-2.02369E+03	-3.1476E+03	-4.62613E+03
-595.369	-1.03289E+03	-2.28521E+03	-3.418E+03	-4.90517E+03
-372.865	-1.11236E+03	-2.17291E+03	-3.38182E+03	-4.79373E+03
-307.674	-1.10381E+03	-2.11111E+03	-3.33488E+03	-4.72051E+03
-302.495	-1.06616E+03	-2.08051E+03	-3.29207E+03	-4.67376E+03
-284.857	-1.04058E+03	-2.05487E+03	-3.25955E+03	-4.63939E+03
-266.596	-1.03062E+03	-2.04058E+03	-3.24492E+03	-4.61819E+03
-249.374	-1.01215E+03	-2.02588E+03	-3.22685E+03	-4.59986E+03
-235.419	-1.00958E+03	-2.02274E+03	-3.22502E+03	-4.59338E+03
-211.361	-1.00521E+03	-2.0125E+03	-3.21787E+03	-4.58421E+03
-232.392	-982.689	-2.02381E+03	-3.21129E+03	-4.58866E+03
-376.266	-869.232	-2.05391E+03	-3.17019E+03	-4.59822E+03
-480.211	-804.023	-2.08165E+03	-3.15302E+03	-4.61035E+03
-376.454	-869.297	-2.0546E+03	-3.1703E+03	-4.59931E+03
-232.443	-983.525	-2.02488E+03	-3.21231E+03	-4.59017E+03
-210.741	-1.00651E+03	-2.01345E+03	-3.21953E+03	-4.58558E+03
-235.989	-1.01063E+03	-2.02414E+03	-3.22674E+03	-4.5953E+03
-252.108	-1.01363E+03	-2.02852E+03	-3.22936E+03	-4.60315E+03
-267.675	-1.03104E+03	-2.04201E+03	-3.2464E+03	-4.62037E+03
-285.921	-1.04105E+03	-2.05628E+03	-3.26116E+03	-4.6415E+03
-304.952	-1.06708E+03	-2.08263E+03	-3.29423E+03	-4.67645E+03
-309.498	-1.10391E+03	-2.1126E+03	-3.3361E+03	-4.72255E+03
-374.431	-1.11331E+03	-2.17488E+03	-3.38347E+03	-4.79627E+03
-594.135	-1.03552E+03	-2.28633E+03	-3.42072E+03	-4.90668E+03
-432.645	-612.678	-2.05034E+03	-3.19425E+03	-4.68636E+03



Mod3, Contacto “Rough”, $\alpha = 0.5$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
-631.71	-612.79	-2.12825E+03	-3.35473E+03	-4.90333E+03
-666.412	-950.676	-2.2298E+03	-3.38195E+03	-4.87452E+03
-366.289	-1.10057E+03	-2.16534E+03	-3.37733E+03	-4.79061E+03
-314.421	-1.12935E+03	-2.13307E+03	-3.35733E+03	-4.74134E+03
-296.76	-1.07354E+03	-2.07822E+03	-3.28293E+03	-4.66108E+03
-329.329	-1.17131E+03	-2.16387E+03	-3.36098E+03	-4.73501E+03
-257.979	-1.00928E+03	-2.02285E+03	-3.232E+03	-4.60706E+03
-179.341	-801.017	-1.85484E+03	-3.07022E+03	-4.45539E+03
-221.265	-955.242	-1.98484E+03	-3.19349E+03	-4.56781E+03
-256.766	-1.12931E+03	-2.11473E+03	-3.31071E+03	-4.67301E+03
-256.684	-1.04595E+03	-2.08001E+03	-3.26018E+03	-4.63616E+03
-478.088	-795.444	-2.00792E+03	-3.14757E+03	-4.58025E+03
-680.254	-647.656	-1.95784E+03	-3.07589E+03	-4.53748E+03
-488.838	-824.253	-2.03353E+03	-3.17272E+03	-4.60595E+03
-240.743	-994.594	-2.04154E+03	-3.22956E+03	-4.61021E+03
-212.249	-1.00144E+03	-2.01044E+03	-3.21514E+03	-4.58283E+03
-237.202	-1.01042E+03	-2.02386E+03	-3.22217E+03	-4.59184E+03
-274.803	-1.07E+03	-2.07914E+03	-3.27843E+03	-4.65196E+03
-245.241	-973.505	-1.99347E+03	-3.20113E+03	-4.57743E+03
-264.093	-989.118	-2.01119E+03	-3.22003E+03	-4.60211E+03
-322.628	-1.1242E+03	-2.13199E+03	-3.34331E+03	-4.72356E+03
-302.171	-1.10566E+03	-2.1073E+03	-3.32914E+03	-4.71339E+03
-376.186	-1.12045E+03	-2.18579E+03	-3.39569E+03	-4.80945E+03
-702.963	-992.624	-2.26533E+03	-3.42348E+03	-4.9127E+03
-663.153	-483.263	-1.91736E+03	-3.03929E+03	-4.47038E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
-664.969	-557.706	-2.08458E+03	-3.31251E+03	-4.8612E+03
-705.351	-990.26	-2.26468E+03	-3.42103E+03	-4.91178E+03
-378.032	-1.11866E+03	-2.18439E+03	-3.39389E+03	-4.80755E+03
-303.98	-1.10388E+03	-2.10592E+03	-3.32731E+03	-4.71152E+03
-323.119	-1.12174E+03	-2.12967E+03	-3.34052E+03	-4.72069E+03
-265.721	-987.571	-2.00984E+03	-3.2179E+03	-4.60001E+03
-245.973	-972.763	-1.99217E+03	-3.19949E+03	-4.57518E+03
-271.488	-1.0688E+03	-2.0757E+03	-3.27595E+03	-4.64748E+03
-234.444	-1.01043E+03	-2.02132E+03	-3.22089E+03	-4.58834E+03
-210.386	-1.00089E+03	-2.00816E+03	-3.21346E+03	-4.57975E+03
-239.134	-994.426	-2.03973E+03	-3.22856E+03	-4.60758E+03
-487.383	-824.318	-2.03208E+03	-3.1722E+03	-4.60378E+03
-679.157	-647.856	-1.95738E+03	-3.07556E+03	-4.53679E+03
-477.168	-795.583	-2.00797E+03	-3.14737E+03	-4.58043E+03
-255.587	-1.04731E+03	-2.08065E+03	-3.26146E+03	-4.63696E+03
-254.108	-1.13119E+03	-2.11477E+03	-3.3127E+03	-4.6732E+03
-219.541	-957.6	-1.98554E+03	-3.19619E+03	-4.56877E+03
-180.885	-803.651	-1.85725E+03	-3.07368E+03	-4.4583E+03
-259.964	-1.01021E+03	-2.02478E+03	-3.23414E+03	-4.60982E+03
-332.051	-1.1715E+03	-2.16563E+03	-3.36276E+03	-4.73769E+03
-300.93	-1.07378E+03	-2.0804E+03	-3.28506E+03	-4.66409E+03
-318.612	-1.12852E+03	-2.13475E+03	-3.35836E+03	-4.74387E+03
-370.79	-1.1009E+03	-2.16802E+03	-3.37911E+03	-4.79408E+03
-666.831	-953.212	-2.23182E+03	-3.38518E+03	-4.87704E+03
-628.736	-538.04	-1.96092E+03	-3.08114E+03	-4.51267E+03



Mod3, Contacto “Frictionless”, $\alpha = 0.65$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
71.972E+03	100.058E+03	100.982E+03	102.417E+03	103.629E+03
70.5637E+03	93.4278E+03	91.2127E+03	90.7296E+03	90.9546E+03
65.6747E+03	87.0195E+03	84.9046E+03	84.4558E+03	84.6522E+03
64.1658E+03	85.0961E+03	83.0639E+03	82.6063E+03	82.782E+03
63.1595E+03	83.7511E+03	81.7469E+03	81.2947E+03	81.4686E+03
62.6388E+03	83.0996E+03	81.1039E+03	80.652E+03	80.8205E+03
62.2474E+03	82.5673E+03	80.5722E+03	80.1114E+03	80.2767E+03
62.0119E+03	82.2721E+03	80.2619E+03	79.7977E+03	79.9554E+03
61.8218E+03	82.0111E+03	79.9871E+03	79.5079E+03	79.6656E+03
61.7218E+03	81.8771E+03	79.8302E+03	79.3452E+03	79.4928E+03
61.6351E+03	81.7661E+03	79.6979E+03	79.1997E+03	79.3473E+03
61.5348E+03	81.7183E+03	79.6153E+03	79.1041E+03	79.258E+03
61.4602E+03	81.6641E+03	79.5431E+03	79.015E+03	79.1822E+03
61.5369E+03	81.7187E+03	79.6151E+03	79.1039E+03	79.2567E+03
61.6335E+03	81.765E+03	79.6951E+03	79.1968E+03	79.3434E+03
61.7196E+03	81.8757E+03	79.827E+03	79.3419E+03	79.4887E+03
61.8216E+03	82.0101E+03	79.9846E+03	79.5056E+03	79.6617E+03
62.0102E+03	82.2702E+03	80.2587E+03	79.7948E+03	79.9511E+03
62.2449E+03	82.5658E+03	80.5702E+03	80.1096E+03	80.2745E+03
62.6376E+03	83.0999E+03	81.1038E+03	80.6522E+03	80.8205E+03
63.1614E+03	83.7541E+03	81.75E+03	81.2981E+03	81.4721E+03
64.1712E+03	85.1008E+03	83.0705E+03	82.6131E+03	82.7904E+03
65.6758E+03	87.0226E+03	84.9076E+03	84.46E+03	84.6566E+03
70.5547E+03	93.4287E+03	91.2079E+03	90.7287E+03	90.9493E+03
71.7942E+03	99.6641E+03	100.454E+03	101.774E+03	102.861E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
71.9779E+03	112.693E+03	116.415E+03	119.771E+03	120.265E+03
70.5672E+03	93.4288E+03	91.2147E+03	90.7309E+03	90.9562E+03
65.6742E+03	87.0175E+03	84.904E+03	84.4548E+03	84.6518E+03
64.1635E+03	85.0933E+03	83.0621E+03	82.6044E+03	82.7806E+03
63.1572E+03	83.75E+03	81.7452E+03	81.2934E+03	81.467E+03
62.6381E+03	83.1E+03	81.1032E+03	80.6515E+03	80.8194E+03
62.2489E+03	82.5683E+03	80.573E+03	80.1118E+03	80.2772E+03
62.0123E+03	82.2728E+03	80.2626E+03	79.7982E+03	79.9563E+03
61.8197E+03	82.012E+03	79.9869E+03	79.5085E+03	79.6659E+03
61.72E+03	81.879E+03	79.8306E+03	79.347E+03	79.4938E+03
61.6352E+03	81.7687E+03	79.6997E+03	79.2027E+03	79.3498E+03
61.5348E+03	81.7203E+03	79.617E+03	79.1068E+03	79.2606E+03
61.4593E+03	81.6655E+03	79.5443E+03	79.0172E+03	79.1843E+03
61.5369E+03	81.7207E+03	79.6168E+03	79.1066E+03	79.2592E+03
61.6337E+03	81.7676E+03	79.6968E+03	79.1998E+03	79.3459E+03
61.7179E+03	81.8777E+03	79.8275E+03	79.3437E+03	79.4897E+03
61.8194E+03	82.011E+03	79.9844E+03	79.5062E+03	79.6619E+03
62.0106E+03	82.2708E+03	80.2594E+03	79.7954E+03	79.952E+03
62.2465E+03	82.5668E+03	80.5709E+03	80.11E+03	80.275E+03
62.6368E+03	83.1003E+03	81.103E+03	80.6517E+03	80.8194E+03
63.159E+03	83.7529E+03	81.7483E+03	81.2968E+03	81.4704E+03
64.1688E+03	85.098E+03	83.0686E+03	82.6111E+03	82.7889E+03
65.6753E+03	87.0204E+03	84.9068E+03	84.4588E+03	84.6561E+03
70.5582E+03	93.4295E+03	91.2097E+03	90.7299E+03	90.9508E+03
71.7985E+03	93.8721E+03	101.379E+03	102.616E+03	105.498E+03



Mod3Contacto “Frictionless”, $\alpha = 0.75$

Crack 1

_temp_1	_temp_2	_temp_3	_temp_4	_temp_5
_temp_6	_temp_7	_temp_8	_temp_9	_temp_10
_temp_11	_temp_12	_temp_13	_temp_14	_temp_15
_temp_16	_temp_17	_temp_18	_temp_19	_temp_20
_temp_21	_temp_22	_temp_23	_temp_24	_temp_25
_temp_26	_temp_27	_temp_28	_temp_29	_temp_30
_temp_31	_temp_32	_temp_33	_temp_34	_temp_35
_temp_36	_temp_37	_temp_38	_temp_39	_temp_40
_temp_41	_temp_42	_temp_43	_temp_44	_temp_45
_temp_46	_temp_47	_temp_48	_temp_49	_temp_50
_temp_51	_temp_52	_temp_53	_temp_54	_temp_55
_temp_56	_temp_57	_temp_58	_temp_59	_temp_60
_temp_61	_temp_62	_temp_63	_temp_64	_temp_65
_temp_66	_temp_67	_temp_68	_temp_69	_temp_70
_temp_71	_temp_72	_temp_73	_temp_74	_temp_75
_temp_76	_temp_77	_temp_78	_temp_79	_temp_80
_temp_81	_temp_82	_temp_83	_temp_84	_temp_85
_temp_86	_temp_87	_temp_88	_temp_89	_temp_90
_temp_91	_temp_92	_temp_93	_temp_94	_temp_95
_temp_96	_temp_97	_temp_98	_temp_99	_temp_100
_temp_101	_temp_102	_temp_103	_temp_104	_temp_105
_temp_106	_temp_107	_temp_108	_temp_109	_temp_110
_temp_111	_temp_112	_temp_113	_temp_114	_temp_115
_temp_116	_temp_117	_temp_118	_temp_119	_temp_120
_temp_121	_temp_122	_temp_123	_temp_124	_temp_125
113.382E+03	201.591E+03	205.699E+03	208.343E+03	212.375E+03
114.583E+03	192.365E+03	186.598E+03	180.828E+03	178.701E+03
103.644E+03	174.602E+03	169.501E+03	164.087E+03	162.036E+03
100.163E+03	168.722E+03	163.949E+03	158.774E+03	156.789E+03
097.513E+03	164.33E+03	159.628E+03	154.571E+03	152.63E+03
096.0885E+03	161.945E+03	157.374E+03	152.402E+03	150.49E+03
094.9018E+03	159.984E+03	155.431E+03	150.495E+03	148.584E+03
094.1897E+03	158.795E+03	154.289E+03	149.376E+03	147.471E+03
093.5581E+03	157.783E+03	153.283E+03	148.383E+03	146.472E+03
093.2093E+03	157.196E+03	152.692E+03	147.765E+03	145.833E+03
092.8955E+03	156.721E+03	152.199E+03	147.265E+03	145.317E+03
092.7342E+03	156.537E+03	151.969E+03	147.028E+03	145.077E+03
092.6154E+03	156.415E+03	151.803E+03	146.868E+03	144.919E+03
092.7336E+03	156.535E+03	151.966E+03	147.025E+03	145.074E+03
092.8954E+03	156.718E+03	152.196E+03	147.26E+03	145.312E+03
093.2091E+03	157.193E+03	152.688E+03	147.76E+03	145.828E+03
093.5577E+03	157.78E+03	153.28E+03	148.38E+03	146.468E+03
094.1898E+03	158.795E+03	154.288E+03	149.375E+03	147.47E+03
094.9027E+03	159.985E+03	155.432E+03	150.497E+03	148.586E+03
096.0904E+03	161.949E+03	157.38E+03	152.408E+03	150.496E+03
097.5149E+03	164.336E+03	159.636E+03	154.581E+03	152.642E+03
100.165E+03	168.729E+03	163.958E+03	158.785E+03	156.803E+03
103.645E+03	174.607E+03	169.506E+03	164.094E+03	162.045E+03
114.582E+03	192.37E+03	186.601E+03	180.833E+03	178.706E+03
113.602E+03	202.249E+03	206.625E+03	209.5E+03	213.764E+03



Crack 2

_temp_126	_temp_127	_temp_128	_temp_129	_temp_130
_temp_131	_temp_132	_temp_133	_temp_134	_temp_135
_temp_136	_temp_137	_temp_138	_temp_139	_temp_140
_temp_141	_temp_142	_temp_143	_temp_144	_temp_145
_temp_146	_temp_147	_temp_148	_temp_149	_temp_150
_temp_151	_temp_152	_temp_153	_temp_154	_temp_155
_temp_156	_temp_157	_temp_158	_temp_159	_temp_160
_temp_161	_temp_162	_temp_163	_temp_164	_temp_165
_temp_166	_temp_167	_temp_168	_temp_169	_temp_170
_temp_171	_temp_172	_temp_173	_temp_174	_temp_175
_temp_176	_temp_177	_temp_178	_temp_179	_temp_180
_temp_181	_temp_182	_temp_183	_temp_184	_temp_185
_temp_186	_temp_187	_temp_188	_temp_189	_temp_190
_temp_191	_temp_192	_temp_193	_temp_194	_temp_195
_temp_196	_temp_197	_temp_198	_temp_199	_temp_200
_temp_201	_temp_202	_temp_203	_temp_204	_temp_205
_temp_206	_temp_207	_temp_208	_temp_209	_temp_210
_temp_211	_temp_212	_temp_213	_temp_214	_temp_215
_temp_216	_temp_217	_temp_218	_temp_219	_temp_220
_temp_221	_temp_222	_temp_223	_temp_224	_temp_225
_temp_226	_temp_227	_temp_228	_temp_229	_temp_230
_temp_231	_temp_232	_temp_233	_temp_234	_temp_235
_temp_236	_temp_237	_temp_238	_temp_239	_temp_240
_temp_241	_temp_242	_temp_243	_temp_244	_temp_245
_temp_246	_temp_247	_temp_248	_temp_249	_temp_250
113.382E+03	203.028E+03	191.272E+03	184.517E+03	184.271E+03
114.582E+03	192.366E+03	186.599E+03	180.829E+03	178.702E+03
103.643E+03	174.603E+03	169.501E+03	164.087E+03	162.037E+03
100.162E+03	168.723E+03	163.949E+03	158.774E+03	156.789E+03
097.5127E+03	164.329E+03	159.627E+03	154.57E+03	152.63E+03
096.0888E+03	161.944E+03	157.374E+03	152.402E+03	150.489E+03
094.9026E+03	159.984E+03	155.431E+03	150.495E+03	148.584E+03
094.19E+03	158.795E+03	154.289E+03	149.376E+03	147.47E+03
093.5588E+03	157.783E+03	153.284E+03	148.384E+03	146.472E+03
093.2094E+03	157.196E+03	152.693E+03	147.766E+03	145.834E+03
092.8948E+03	156.721E+03	152.2E+03	147.265E+03	145.318E+03
092.7338E+03	156.537E+03	151.969E+03	147.028E+03	145.078E+03
092.6154E+03	156.417E+03	151.804E+03	146.868E+03	144.92E+03
092.7331E+03	156.535E+03	151.966E+03	147.025E+03	145.074E+03
092.8947E+03	156.718E+03	152.196E+03	147.261E+03	145.313E+03
093.2092E+03	157.193E+03	152.689E+03	147.761E+03	145.829E+03
093.5585E+03	157.78E+03	153.281E+03	148.38E+03	146.469E+03
094.1901E+03	158.795E+03	154.288E+03	149.375E+03	147.47E+03
094.9033E+03	159.985E+03	155.432E+03	150.497E+03	148.586E+03
096.0905E+03	161.948E+03	157.379E+03	152.407E+03	150.496E+03
097.5145E+03	164.335E+03	159.636E+03	154.581E+03	152.641E+03
100.164E+03	168.729E+03	163.958E+03	158.785E+03	156.803E+03
103.644E+03	174.607E+03	169.506E+03	164.094E+03	162.045E+03
114.582E+03	192.371E+03	186.601E+03	180.834E+03	178.706E+03
113.602E+03	176.197E+03	169.957E+03	166.218E+03	167.232E+03



Glosario

da/dN	Velocidad de propagación de la fisura
ΔK	Rango del Factor de Intensidad de Tensiones
σ_{ij}	Tensión local en un punto
K_I	Factor de intensidad de Tensiones del modo I
α	Longitud característica de la fisura
r, θ	Coordenadas radial y angular (cilíndricas) en un punto
$f(g)$	Factor de corrección dependiente de la fisura y de la geometría del entorno
σ	Tensión remota aplicada a un componente
K_{\max}	Factor de Intensidad de Tensión máxima
K_{\min}	Factor de Intensidad de Tensión mínima
σ_{\max}	Tensión máxima del ciclo
σ_{\min}	Tensión mínima del ciclo
C, m	Constantes de Paris dependientes de la microestructura, condiciones ambientales, frecuencia de tensión, etc.
D	Diámetro del eje
L	Longitud del eje
E	Modulo de Young
ν	Coeficiente de Poisson
β	Factor de forma de la fisura
a	Profundidad de la fisura
ω	Posición relativa de un punto en el frente de fisura
τ_{eq}	Tensión de fricción equivalente
τ_{crit}	Tensión de fricción crítica
p	Presión de contacto
μ	Coeficiente de fricción

